



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599

**APLIKASI VALUE ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI MENGGUNAKAN
DESAIN HALF SLAB PRECAST PADA LANTAI
5-9 PROYEK PEMBANGUNAN YELLO HOTEL
SURABAYA**

**BRILLY APRINT GILANG P.
NRP. 3115 040 634**

**Dosen Pembimbing
Ir. Imam Prayogo, M. MT
NIP. 19530529 198211 1 001**

**PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599

**APLIKASI VALUE ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI MENGGUNAKAN
DESAIN HALF SLAB PRECAST PADA LANTAI
5-9 PROYEK PEMBANGUNAN YELLO HOTEL
SURABAYA**

**BRILLY APRINT GILANG P.
NRP. 3115 040 634**

**Dosen Pembimbing
Ir. Imam Prayogo, M. MT
NIP. 19530529 198211 1 001**

**PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL LANJUT JENJANG
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL PROJECT APPLIED - RC146599

**THE APPLICATION OF VALUE ENGINEERING ON
FLOOR PLATE STRUCTURE USING HALF SLAB
PRECAST DESIGN IN THE 5th - 9th FLOOR OF
YELLO HOTEL SURABAYA PROJECT**

**BRILLY APRINT GILANG P.
NRP. 3115 040 634**

**Consellor Lecture
Ir. Imam Prayogo, M. MT
NIP. 19530529 198211 1 001**

**DIPLOMA IV PROGRAM of CIVIL ENGINEERING EXTENSION
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

APLIKASI *VALUE ENGINEERING* TERHADAP STRUKTUR PLAT LANTAI MENGGUNAKAN DESAIN *HALF SLAB* *PRECAST* PADA LANTAI 5-9 PROYEK PEMBANGUNAN YELLO HOTEL SURABAYA

PROYEK AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan
pada

Program Diploma IV Teknik Sipil Lanjut Jenjang
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

Mahasiswa



BRILLY APRINT GILANG P

NRP. 3115 040 634

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing Proyek Akhir

23 JAN 2017



Ir. IMAM PRAYOGO, M.MT

NIP. 19530529 198211 1 001

SURABAYA, JANUARI 2017

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM LANJUT JENJANG DIPLOMA IV
TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

No. Agenda :
080073/IT2.3.1.1.1/PP.05.01/2016

Tanggal : 10 Januari 2017

Judul Seminar Proposal Tugas Akhir Terapan	Aplikasi Value Engineering Terhadap Struktur Plat Lantai Menggunakan Desain Half Slab Precast pada Lantai 5 - 9 Proyek Pembangunan Hotel Yello, Surabaya		
Nama Mahasiswa	Brilly Aprint GP.	NRP	3115040634
Dosen Pembimbing 1	Ir. Imam Prayogo, MMT NIP 19530529 198211 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	- NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
1. Kesimpulan, dikaitkan / disesuaikan dengan bab-bab sebelumnya termasuk tabel 2 nya. Tabelnya dijelaskan isi dan maksudnya	 Ir. Widjonarko, MSc (CS) NIP 19531209 198403 1 001
2. Saran, dituliskan saran yg merupakan kegiatan / pekerjaan yg belum diselesaikan.	
1. Pengertian value Engineering 2. Pertahankan Fungsinya	 Ir. Sukobar, MT NIP 19571201 198601 1 002
1. Kesimpulan, Perbandingannya harus sama persis tebalnya (12cm) 2. Alat yg digunakan harus disebutkan (CPVS Tower crane). Metode Pelaksanaan harus dijelaskan mulai dari depan. 3. Hasil Analisa harus dibuat untuk dijadikan Kesimpulan	
	Ir. Kusumastuti, MT NIP 19530329 198502 2 001

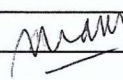
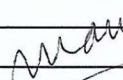
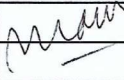
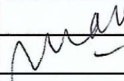
PERSETUJUAN HASIL REVISI					
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Ir. Widjonarko, MSc (CS)	Ir. Sukobar, MT	Ir. Kusumastuti, MT	-	Ir. Imam Prayogo, MMT	-
NIP 19531209 198403 1 001	NIP 19571201 198601 1 002	NIP 19530329 198502 2 001	NIP -	NIP 19530529 198211 1 001	NIP -

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Brilly Aprint Gilang P. 2
NRP : 1 311 50 40 634 2
Judul Tugas Akhir : Aplikasi Value Engineering terhadap Struktur Plat lantai
 Menggunakan Desain talf Slab Precast pada lantai 5-9
 Proyek pembangunan Hotel Yello di Surabaya.
Dosen Pembimbing : Ir. Imam Prayogo, M.Mt

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	5/10/16	BAB 4				
		- Tambahan sub bab Tahap Informasi		B	C	K
		o Spesifikasi teknik		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		o daftar peralatan yang digunakan				
		o dsb.				
2	11/10/16	BAB 4		B	C	K
		- Cek perhitungan komponen precast		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		untuk kontrol kualitas				
		- Desain precast		B	C	K
		- Kontrol precast saat pengangkatan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	5/12/16	- BAB I				
		- BAB II		B	C	K
		- BAB III		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- BAB IV				
4	6/12/16	- Berapa sisa volume		B	C	K
		- Berapa sisa waktu		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- tindakan untuk mengatasi				

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



Nama : 1 Brilly Aprint Gilang P 2
NRP : 1 3115040634 2
Judul Tugas Akhir : Aplikasi Value Engineering terhadap Struktur plat lantai menggunakan Desain Half Slab Precast pada lantai 5-9 Proyek pembangunan Hotel Yello, Surabaya.
Dosen Pembimbing : Ir. Imam Prayogo, M.MT

Ket. :

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Terlambat dari jadwal

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**APLIKASI *VALUE ENGINEERING* TERHADAP STRUKTUR
PLAT LANTAI MENGGUNAKAN DESAIN *HALF SLAB
PRECAST* PADA LANTAI 5-9 PROYEK PEMBANGUNAN
YELLO HOTEL SURABAYA**

Dosen Pembimbing : Ir. IMAM PRAYOGO, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001
Mahasiswa : Brilly Aprint Gilang P
NRP. 3115 040 634

Abstrak

Value engineering merupakan salah satu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk mengidentifikasi serta merencanakan suatu efisiensi dengan harapan mencapai suatu peningkatan nilai. Proses *value engineering* ini akan dicoba diterapkan dengan mengambil lokasi proyek Yello Hotel, Surabaya. Pekerjaan yang akan dilakukan analisis hanya pada pekerjaan plat lantai di lantai 5 sampai lantai 9 dengan mengganti komponen plat lantai menggunakan *half slab precast*.

Proses analisis *value engineering* direncanakan menjadi 5 tahap, yaitu tahap informasi, kreatif, analisis, pengembangan dan tahap rekomendasi. Tahap informasi merupakan tahap yang menerangkan semua tentang informasi proyek. Tahap kedua berisi tentang ide kreatif yang nantinya akan digunakan. Tahap analisis adalah tahap perencanaan desain yang akan digunakan sampai dengan perhitungan biaya yang dikeluarkan. Tahap pengembangan berisi tentang hasil dari tahap analisis. Tahap terakhir yaitu tahap rekomendasi yang berisi tentang hasil proses pengembangan yang kemudian akan digunakan sebagai dasar pertimbangan hasil analisis.

Hasil analisa *value engineering* pada item pekerjaan plat lantai dengan menggunakan *half slab precast* di lantai 5 sampai lantai 9 mendapatkan biaya sebesar Rp 1.163.341.367,- dengan penghematan biaya sebesar Rp 113.119.268,- atau sebesar 7,68% dari biaya awal Rp 1.473.777.026,-. Hasil analisa *cost/worth*

mendapat nilai 1,1 atau >1 . Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat penghematan biaya dalam analisis *value engineering* pada proyek Yello Hotel Surabaya dengan alternatif menggunakan *half slab precast*.

Kata Kunci : *Value Engineering* , Plat Lantai, *Half Slab Precast*, Alternatif Desain, Biaya.

THE APPLICATION OF VALUE ENGINEERING ON FLOOR PLATE STRUCTURE USING HALF SLAB PRECAST DESIGN IN THE 5th - 9th FLOOR OF YELLO HOTEL SURABAYA PROJECT

Consellor lecture : Ir. IMAM PRAYOGO, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001
Student : Brilly Aprint Gilang P
NRP. 3115 040 634

Abstract

Value engineering is one of creative and planned approach to identify and plan efficiency in order to create value added. Value engineering will be applied in Yello Hotel, Surabaya. The analyst only works on floor plate in the 5th floor until 9th floor by changing floor plate component using half slab precast.

Value engineering process is planned in 5 stages which are information stage, creative, analysis, development, and recommendation stage. Information stage is a stage which explain all information about the project. The second stage consists of creative idea that will be used later. Analysis stage is a stage of planning the design that will be used until estimating the budget. Development stage consists of the result from analysis stage. And the last stage is recommendation which consists development process result that will be used as the basis of considering the analysis result.

The result of the value engineering work on an floor plate item using half slab precast on the 5th floor until the 9th floor obtained fees amounting to Rp 1.163.341.367,- with cost savings Rp 113.119.268,- or equal to 7,68% of the initial cost Rp 1.473.777.026,-. Cost/worth analysis value is 1,1 or >1. So it can be concluded that there is saving or efficiency in value engineering analysis on Yello Hotel project in Surabaya using half slab precast.

Keyword : Value engineering, floor plate, half slab precast, design alternative, cost

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir terapan dengan judul “Aplikasi Value Engineering Terhadap Struktur Plat Lantai Menggunakan Desain Half Slab Precast Pada Lantai 5-9 Proyek Pembangunan Yello Hotel, Surabaya”.

Tersusunnya proyek akhir terapan ini, tidak terlepas dari dukungan dan motivasi dari berbagai pihak. Untuk itu, disampaikan terima kasih kepada Allah SWT, atas semua anugerah dan pertolongan yang tak terkira. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, sebagai penyemangat terbesar, dan yang telah banyak memberi dukungan moril maupun materil, serta doanya.
2. Bapak Dr. Machsus, S.T, M.T, selaku Ketua Program Studi Diploma IV Teknik Sipil.
3. Bapak Ir. Imam Prayogo, M.MT, selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan proyek akhir terapan ini.
4. Bapak dan Ibu dosen pengajar di Jurusan Diploma IV Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Teman-teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas bantuannya dan saran-saran yang telah diberikan selama proses pengerjaan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proyek akhir terapan ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan proyek akhir terapan ini.

Akhir kata, besar harapan penulis agar proyek akhir terapan yang telah disusun ini dapat memenuhi persyaratan

sebagaimana mestinya dan dapat bermanfaat bagi penulis serta bagi pembaca dikemudian hari.

Surabaya, Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Maksud	3
1.5 Tujuan.....	3
1.6 Manfaat.....	3
1.7 Peta Lokasi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Value Engineering	5
2.1.1 Sejarah Singkat.....	5
2.1.2 Definisi Value Engineering.....	6
2.1.3 Tahapan Studi Value Engineering.....	7
2.1.4 Konsep Value Engineering.....	8
2.1.5 Faktor-faktor Penggunaan Value Engineering	8
2.2 Beton Bertulang.....	9
2.2.1 Pengertian.....	9
2.2.2 Plat	9
2.3 Half Slab Precast	9
2.3.1 Cara Pemasangan (Erection)	10
2.3.2 Sistem Koneksi (Sambungan basah)	10
2.4 Analisa Struktur Plat Beton Pracetak (Half Slab Precast)	11
2.4.1 Penentuan Tebal Half Slab Precast.....	12
2.4.2 Analisa dan Perencanaan Half Slab Precast	12
2.4.3 Analisa Half Slab Precast Pada Saat Pengangkatan	16
2.4.4 Analisa Kekuatan Angker (Stud) Half Slab Precast Pada Saat Pengangkatan.....	19
2.5 Perhitungan Volume Pekerjaan	19
2.5.1 Perhitungan Volume Half Slab Precast	19
2.5.2 Perhitungan Volume Pembesian (Topping)	20

2.5.3	Perhitungan Volume Beton (Topping).....	20
2.6	Perhitungan Waktu Pelaksanaan	20
2.7	Estimasi Biaya Konstruksi	20
2.7.1	Pengertian	20
2.7.2	Tahap Pelaksanaa dan Biaya Konstruksi	20
2.7.3	Rencana Estimasi Biaya Pekerjaan	21
2.8	Pemasangan Elemen Plat	24
2.9	Tahap Pelaksanaan	24
2.9.1	Pengangkutan dan penempatan crane.....	24
2.9.2	Transportasi elemen plat precast.....	25
2.10	Tahap Pengerjaan Value Engineering	25
2.10.1	Tahap Informasi	25
2.10.2	Tahap Kreatif	26
2.10.3	Tahap Analisis	26
2.10.4	Tahap Pengembangan	27
2.10.5	Tahap Rekomendasi.....	27
2.11	Value Engineering Change Proposal (VECP).....	27
BAB III METODOLOGI.....		29
3.1	Aplikasi Value Engineering	29
3.2	Tahap Kerja Value Engineering.....	29
3.2.1	Tahap informasi	29
3.2.2	Tahap Kreatif	30
3.2.3	Tahap Analisis	31
3.2.4	Tahap Pengembangan	31
3.2.5	Tahap Rekomendasi.....	32
3.3	Value Engineering Change Proposal (VECP).....	32
3.4	Fase Pelaporan	32
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		39
4.1	Tahap Informasi	39
4.1.1	Data proyek.....	39
4.1.2	Stuktur organisasi.....	40
4.1.3	Spesifikasi teknis	40
4.1.4	Rencana Mutu Proyek.....	40
4.1.5	Daftar peralatan yang digunakan	42
4.1.6	Gambar Proyek	43
4.1.7	Cost Model.....	43
4.1.8	Breakdown Cost Model	43
4.2	Tahap Kreatif	45

4.3	Tahap Analisis	46
4.3.1	Analisa keuntungan dan kerugian	46
4.3.2	Informasi umum dan kriteria desain	47
4.3.2	Perencanaan half slab precast	48
4.3.3	Perhitungan Volume Pekerjaan	63
4.3.4	Perhitungan Waktu Pelaksanaan	72
4.3.5	Perhitungan Biaya Pekerjaan.....	81
4.3.6	Analisi Biaya dan Nilai	84
4.4	Tahap Pengembangan.....	84
4.4.1	Biaya Awal Pekerjaan Plat Lantai	85
4.4.2	Perhitungan Biaya Half Slab Precast (Alternatif).....	86
4.4.3	Selisih Biaya Eksisting Dengan Alternatif	88
4.5	Tahap Rekomendasi	92
4.5.1	Desain Eksisting.....	92
4.5.2	Usulan Desain	92
4.5.3	Dasar Pertimbangan	93
4.6	Value Engineering Change Proposal (VECP)	95
BAB V PENUTUP.....		97
5.1	Kesimpulan.....	97
5.2	Saran.....	97
DAFTAR PUSTAKA		99
LEMBAR REVISI		
BIODATA PENULIS		
LAMPIRAN		

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Yello Hotel Jemursari, Surabaya	4
Gambar 2.1	Penyambungan dengan metode (<i>wet connection</i>)	11
Gambar 2.2	<i>Half Slab Precast</i>	11
Gambar 2.3	Pemodelan beban <i>half slab precast</i> saat kondisi pengangkatan.....	16
Gambar 2.4	Sudut pengangkatan plat precast	17
Gambar 2.5	Syarat ketentuan penentuan titik angkat (<i>PCI Design Handbook</i>).....	18
Gambar 2.6	Pengecoran Topping.....	24
Gambar 3.1	Skema tahapan kerja	29
Gambar 3.2	Bagan alir (flowchart) metodologi	38
Gambar 4.1	Cost Model	44
Gambar 4.2	Denah Lantai 5-9 Yello Hotel Surabaya	47
Gambar 4.3	Contoh desain <i>half slab precast</i>	58
Gambar 4.4	Sudut pengangkatan plat	59
Gambar 4.5	Jarak titik angkat dan momen pelat <i>precast</i>	61
Gambar 4.6	Grafik penghematan biaya pekerjaan.....	89
Gambar 4.7	Pengehematan pekerjaan bekisting	90
Gambar 4.8	Pengehematan pekerjaan pembesian.....	91
Gambar 4.9	Pengehematan pekerjaan beton f'c 25.....	91

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Tahap Pelaksanaan Pelat Lantai.....	21
Tabel 2.2	Langsir plat precast ($\pm 20\text{m}$).....	22
Tabel 2.3	Ereksi plat precast ($\pm 20\text{m}$).....	22
Tabel 2.4	Pekerjaan Bekisting Lantai	23
Tabel 2.5	Pekerjaan pembesian.....	23
Tabel 2.6	Pekerjaan Pengecoran.....	23
Tabel 4.1	Rencana inspeksi dan test pekerjaan untuk incoming material	41
Tabel 4.2	Rencana inspeksi dan test untuk proses pekerjaan..	41
Tabel 4.3	Data peralatan yang digunakan.....	42
Tabel 4.4	Breakdown pekerjaan upper floor.....	44
Tabel 4.5	Breakdown pekerjaan upper floor (Lt.5 s/d Lt.9) ...	45
Tabel 4.6	Alternatif pekerjaan plat lantai.....	45
Tabel 4.7	Analisa keuntungan dan kerugian.....	47
Tabel 4.8	Dimensi rencana half slab precast.....	48
Tabel 4.9	Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan (<i>precast</i>).....	57
Tabel 4.10	Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan (<i>topping</i>)	57
Tabel 4.11	Interpolasi	59
Tabel 4.12	Rekapitulasi luasan half slab precast (per lantai)....	64
Tabel 4.13	Rekapitulasi volume pembesian topping as vertikal	66
Tabel 4.14	Rekapitulasi volume pembesian topping as horizontal	67
Tabel 4.15	Rekapitulasi volume bekisting.....	71
Tabel 4.16	Rekapitulasi volume pembesian	71
Tabel 4.17	Rekapitulasi volume beton.....	72
Tabel 4.18	Rekapitulasi durasi pekerjaan plat lantai menggunakan plat precast.....	81
Tabel 4.19	Daftar harga tenaga kerja.....	81
Tabel 4.20	Rincian biaya sewa tower crane.....	82
Tabel 4.21	Analisa harga satuan pekerjaan.....	82
Tabel 4.22	Analisa cost dan worth.....	84

Tabel 4.23	Perhitungan pekerjaan plat lantai (eksisting)	85
Tabel 4.24	Biaya Redesign	86
Tabel 4.25	Biaya pemesanan half slab precast.....	86
Tabel 4.26	Biaya pekerjaan <i>half slab precast</i>	87
Tabel 4.27	Analisa Life Cycle Cost	88
Tabel 4.28	Rekapitulasi biaya eksisting dengan alternatif.....	89
Tabel 4.29	Volume Plat Lantai Awal dan Alternatif	90
Tabel 4.30	Tahap rekomendasi	94

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hotel merupakan suatu usaha atau sarana akomodasi pada bidang pelayanan bagi masyarakat umum dengan fasilitas jasa penginapan, penyedia makanan dan minuman serta jasa layanan kamar. Selain itu hotel juga tergolong perusahaan yang memerlukan modal besar dan tenaga kerja yang banyak didalamnya. Proses perencanaan dan pembangunan suatu hotel biasanya direncanakan dengan cepat dan tepat agar bangunannya bisa segera digunakan. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan agar bangunan bisa segera beroperasi karena keuntungan yang didapat hotel sangat tergantung dari pelanggan yang menggunakan jasa fasilitasnya.

Value Engineering adalah suatu usaha teknik manajemen untuk meningkatkan suatu nilai didalamnya. Meningkatkan suatu peningkatan tidak harus menurunkan suatu biaya. Suatu peningkatan dapat juga dilakukan dengan peningkatan kinerja performansi pelaksanaannya. Analisis ini biasanya dilakukan pada pekerjaan struktur yang memiliki bobot besar dan pengerjaan yang banyak memakan waktu dari pekerja lain sehingga perlu suatu gagasan kreatif untuk mengganti perencanaan eksisting dari suatu pekerjaan. Cara analisis ini dilakukan dengan tetap berpatokan pada prinsip tidak menghilangkan mutu, dan fungsi dari suatu elemen pekerjaan.

Analisa *value engineering* yang menyangkut proyek konstruksi setidaknya bisa dilakukan suatu peningkatan jika dikerjakan dengan baik. Sebagai contoh pada proyek bangunan dengan fungsi bangunan adalah hotel. Dengan latar belakang proyek bangunan hotel yang biasanya direncanakan agar proses pengerjaannya cepat dengan tujuan agar dapat segera digunakan, maka dari itu akan dilakukan suatu gagasan inovasi untuk melakukan suatu analisa *value engineering* salah satunya dengan menggunakan metode *half slab precast*. Metode ini

diharapkan dapat menghasilkan suatu peningkatan setelah dilakukan suatu tahapan analisis. Akan tetapi untuk mendapat peningkatan maka perlu dilakukan beberapa tahapan untuk proses pengerjaanya.

Pada kajian *value engineering* yang dilakukan pada proyek pembangunan Yello Hotel, Surabaya akan mengerjakan suatu analisa VE pada pekerjaan struktur dengan bobot yang besar dan pengerjaanya berulang. Pada proyek ini yang memiliki bobot besar dan pengerjaanya berulang yaitu pada pekerjaan pelat lantai pada lantai 5 – lantai 9. VE diperlukan untuk mengganti suatu item pekerjaan dengan bobot volume yang besar dengan suatu item yang lebih sederhana dalam pelaksanaannya tetapi tidak mengurangi mutu dan fungsinya dari nilai kegunaannya. Karena kegiatan ini mengganti suatu item pekerjaan yang semula ada didalamnya yaitu menggunakan *half slab precast* sebagai penggantinya. Sehingga diperlukan suatu perhitungan desain baru supaya mutu dan fungsi suatu item pekerjaan tersebut tidak berubah. Namun diharapkan terdapat suatu peningkatan didalamnya, baik dari sisi biaya maupun kinerja pelaksanaannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar latar belakang dan diskripsi masalah yang sudah diuraikan diatas maka perumusan masalahnya sebagai berikut :

1. Pada bagian pekerjaan mana yang diperkirakan bisa dipercepat dengan meningkatkan nilainya dari segi biaya / kinerja pelaksanaannya ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan sebagai berikut :

1. Analisa dilakukan pada pekerjaan struktur plat lantai 5 s/d 9 Yello Hotel, Surabaya.
2. Perhitungan desain *half slab precast* menggunakan pedoman SK SNI 2847-2013 dan *PCI Design Handbook*.
3. Data-data untuk merencanakan alternatif desain dan data-data penunjang lainnya diperoleh dari kontraktor pelaksana proyek Yello Hotel Surabaya.

4. Perhitungan harga satuan pekerjaan *half slab precast* menggunakan RSNI 2 tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung.
5. Perhitungan rencana analisis biaya berdasar pada HSPK 2015 kota surabaya.

1.4 Maksud

Maksud dari tugas akhir terapan ini :

1. Menyusun proses atau tahapan analisa peningkatan nilai dalam segi biaya ataupun kinerja pelaksanaan dengan menggunakan *value engineering*.

1.5 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir terapan ini untuk :

1. Mendapatkan hasil rekayasa nilai dalam bentuk biaya pelaksanaan dengan menggunakan proses analisa *value engineering*.

1.6 Manfaat

Karena bangunan yang dijadikan analisis tugas akhir ini sudah jadi, maka *owner* tidak bisa melakukan penghematan lagi, akan tetapi analisis ini masih memiliki manfaat lain seperti :

1. Membuktikan konsep dan manfaat *value engineering*.

1.7 Peta Lokasi

Bangunan yang digunakan untuk tugas akhir terapan ini adalah proyek Yello Hotel Surabaya yang terletak di Jln. Jemursari-Surabaya-Jawa Timur. Berikut peta lokasi Yello Hotel, Surabaya :



Gambar 1.1 Peta Lokasi Yello Hotel Jemursari, Surabaya

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Value Engineering

2.1.1 Sejarah Singkat

Pada era globalisasi ekonomi ini, sebagian besar perusahaan dihadapkan pada banyak tantangan yang serius dalam situasi kompetisi yang ketat. Produk dan atau jasa layanan harus memenuhi standar yang tinggi dengan biaya keseluruhan yang lebih rendah dan dalam durasi yang cepat. VE sebagai teknologi pemecahan masalah yang terstruktur dan kreatif, merupakan sebuah solusi terhadap tantangan globalisasi ekonomi. Industri yang menggunakan pendekatan VE akan menambah manfaat penting dan berikutnya akan muncul sebagai pemenang kompetisi (Padhye, 2000).

Value Engineering berawal dari periode perang dunia ke II. Beberapa perusahaan manufaktur saat itu terpaksa untuk menggunakan material dan desain alternatif sebagai manufaktur dampak dari kurangnya material-material yang penting. *General electric* menemukan beberapa material alternatif yang mempunyai fungsi yang sama dengan material asli atau bahkan memiliki kinerja dengan biaya yang lebih rendah. Akhirnya pada tahun 1947, *General Electric* dengan sengaja mencari material alternatif untuk penghematan. Lawrence D. Miles, seorang staff *engineering General Electric* memimpin usaha penghematan tersebut dengan mengkombinasikan beberapa ide dan teknik untuk mengembangkan pendekatan metodologi untuk memastikan *value* dari suatu produk (Makarim, C.A. 2007).

Pada Tahun 1959, *Armed Services Procurement Regulation Amerika Serikat* menambahkan pasal tentang *value engineering* pada kontraknya. Juni 1962, *Departemen of Defense* melakukan modifikasi kontrak yang menyatakan bahwa *value engineering* adalah suatu persyaratan kontrak, baik untuk pihak Departemen maupun pihak kontraktor (Makarim, C.A. 2007).

Value Engineering baru dikenal dan diterapkan dibidang konstruksi jalan di Indonesia sekitar tahun 1986 pada saat dilakukan peninjauan kembali desain dari sebagian Proyek Jalan Cawang *Fly Over* di tengah-tengah masa konstruksinya. Pada proyek di atas, telah diterapkan prinsip VE yaitu mendapatkan pengurangan biaya tanpa mengurangi fungsi dasarnya. Penerapan VE pada Proyek Jalan Cawang *Fly Over*, telah berhasil mendapatkan penghematan biaya beberapa miliar rupiah (Djoko Ramiadji, 1996 dalam Untoro, 2009).

2.1.2 Definisi Value Engineering

Value Engineering merupakan aplikasi metodologi nilai pada sebuah proyek atau layanan yang telah direncanakan untuk dikonsepskan untuk mencapai suatu peningkatan (Berawi, 2006).

Menurut Kelly, et al., (2004) nilai didefinisikan sebagai sebuah hubungan antara biaya, waktu, dan mutu. *Cost value* merupakan biaya total untuk memproduksi item tertentu, yaitu jumlah biaya tenaga kerja, bahan, dan alat yang digunakan.

Value engineering dapat juga diartikan sebagai melakukan suatu kajian dengan tidak merubah fungsi dari item pekerjaan plat lantai. Fungsi dari item pekerjaan plat lantai akan menjadi tolak ukur dalam merencanakan desain alternatif nantinya. Setelah dilakukan suatu analisis maka akan didapatkan kinerja dari alternatif pada pekerjaan plat lantai dengan *half slab precast* yang diusulkan mendapatkan suatu peningkatan pada biaya, atau mungkin pada performansi waktu pelaksanaan.

Analisis ini bermaksud memberikan suatu yang optimal dengan memakai teknik yang sistematis sesuai prosedur tahapan analisis yang sudah dijelaskan sebelumnya. Rekayasa nilai membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan tidak diperlukan.

Model biaya yang digunakan nantinya akan mengembangkan biaya siklus hidup (*life cycle cost*). Biaya ini akan menyangkan biaya konstruksi yang digunakan untuk

mengerjakan pekerjaan plat lantai dengan menggunakan *half slab precast*. Biaya siklus hidup sendiri memiliki arti yaitu suatu teknik untuk mengevaluasi secara ekonomi dengan menghitung biaya konstruksi dengan metode tersebut. Pada tugas akhir ini biaya siklus hidup direncanakan dari sudut pandang kontraktor sehingga sebagian besar perkiraan biaya yang direncanakan yaitu dalam bidang pelaksanaan konstruksi.

Biaya awal merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek dari awal pekerja sampai selesai pembangunan. Biaya pelaksanaan merupakan biaya yang dikeluarkan.

2.1.3 Tahapan Studi Value Engineering

Studi *value engineering* adalah suatu proses analisis sistematis yang digunakan untuk melakukan suatu peningkatan dengan mengacu pada *standar SAVE* (2007). Menurut standar ini studi VE minimal mengikuti seluruh rencana kerja (*job plan*) yang terorganisasi meliputi :

1. Tahap informasi
Tahap ini menggali informasi proyek yang akan dijadikan studi kasus. Informasi itu berupa data informasi proyek, gambar, informasi biaya, spesifikasi/mutu yang digunakan dalam proyek dan alat yang digunakan.
2. Tahap kreatif
Tahap ini, melakukan proses kreatif yang bertujuan untuk menghasilkan suatu ide alternatif. Ide kreatif/alternatif yang diajukan mungkin didapat dari penyederhanaan atau memodifikasi dengan tetap mempertahankan fungsinya.
3. Tahap analisis
Tahap ini akan menganalisis mulai dari merencanakan desain alternatif yang diusulkan sampai dengan besar biaya yang dikeluarkan selama proses konstruksi.
4. Tahap pengembangan
Tahap pengembangan akan menampilkan rekapitulasi biaya konstruksi dari tahap analisis.

5. Tahap rekomendasi

Pada ini akan memberikan kesimpulan mengenai keuntungan dan kerugian apabila menggunakan alternatif dengan metode *half slab precast*.

2.1.4 Konsep Value Engineering

Metode *value engineering* ini dikembangkan untuk menyediakan cara pengelolaan nilai (*value*) dan upaya peningkatan inovasi yang sistematis guna memberikan keunggulan sebuah produk. *Value engineering* fokus terhadap suatu nilai untuk mencapai keseimbangan yang optimum antara waktu, biaya serta kualitas. Konsep ini mempertimbangkan hubungan antara nilai pada perspektif yang lebih luas untuk menciptakan nilai pada proyek yang ditentukan.

2.1.5 Faktor-faktor Penggunaan Value Engineering

Faktor penggunaan *value engineering*, sebagai berikut :

1. Tersedianya data-data perencanaan
Data-data perencanaan disini adalah data-data yang berhubungan langsung dengan proses perencanaan desain plat *precast*.
2. Biaya awal
Biaya awal disini adalah biaya yang dikeluarkan mulai awal pembangunan sampai pembangunan selesai.
3. Ketersediaan Material
Ketersediaan material adalah material yang digunakan sebagai alternatif-alternatif dalam analisis *value engineering* suatu pembangunan setiap item pekerjaan harus mempunyai kemudahan dalam mencarinya dan tersedia dalam jumlah yang cukup di daerah proyek.
4. Penyesuaian terhadap standar
Penyesuaian yang dimaksud adalah alternatif yang digunakan harus mempunyai standar dalam pembangunan baik akurasi dimensi, persisinya, maupun kualitasnya.

5. Dampak terhadap pengguna

Dampak terhadap pengguna suatu bangunan harus mempunyai dampak positif kepada pengguna dari segi keamanan maupun kenyamanan (Tugiono, 2004).

2.2 Beton Bertulang

2.2.1 Pengertian

Beton bertulang merupakan beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang nilai minimum yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang yang direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja (SK SNI T-15-1999-03).

2.2.2 Plat

Plat adalah struktur bidang (permukaan) lurus, yang tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensi lainnya.

Suatu pelat dikatakan pelat dua arah apabila beban yang dipikul pelat dalam kedua arah oleh empat balok pendukung sekeliling pelat. Plat lantai bukan struktur utama, melainkan struktur sekunder yang berfungsi untuk meningkatkan kekakuan bangunan pada arah horizontal serta menyebarkan beban pada struktur utama balok dan kolom.

2.3 Half Slab Precast

Half slab precast merupakan struktur pelat lantai beton bertulang dengan metode sebagian diproduksi di pabrik (*precast*) sebagian dicor/dibuat di lapangan. Komponen ini dipersiapkan ditempat lain untuk kemudian diangkat, diangkut dan dipasang pada posisi akhir untuk disatukan dengan komponen lain untuk membentuk suatu bangunan utuh. Agar pelat ini menjadi satu kesatuan, biasanya dicor beton bertulang yang disebut topping cor. Alasan pemakaian topping cor antara lain :

1. Kekakuan lentur lebih besar

2. Meningkatkan ketahanan terhadap getaran
3. Membuat lantai berperilaku sebagai diafragma
4. Menaikkan stabilitas horizontal.

Karena proses pengecoran ditempat fabrikasi, maka mutunya dapat terjaga dengan baik. Tetapi agar menghasilkan keuntungan, maka beton pracetaknya hanya akan diproduksi jika jumlah bentuk typicalnya. Bentuk typical yang dimaksud adalah bentuk yang repetitif dalam jumlah besar.

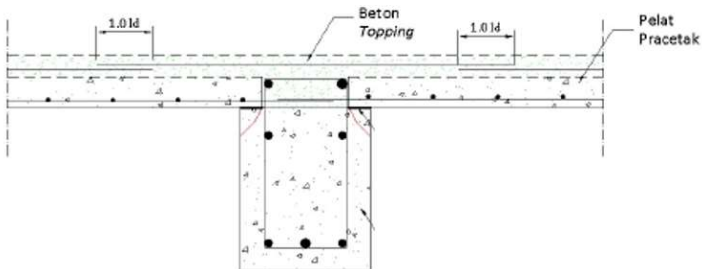
2.3.1 Cara Pemasangan (Erection)

Pekerjaan half slab precast ada beberapa prinsip cara pemasangannya. Salah satunya dengan pemasangan perlapis (horizontal) sebagai berikut :

1. Dilakukan lantai perlantai
2. Perlu alat pengangkat yang dapat mencapai seluruh bangunan
3. Karena besarnya momen crane, berat komponen half slab precast terbatas
4. Diperlukan scaffolding / pipe support selama pemasangan.

2.3.2 Sistem Koneksi (Sambungan basah)

Sambungan basah (*wet connection*) terdiri dari keluarnya besi tulangan dari bagian ujung komponen beton pracetak yang mana antar tulangan tersebut dihubungkan dengan bantuan *mechanical joint*, *mechanical coupled*, *splice sleeve* atau panjang penyaluran. Kemudian pada bagian sambungan tersebut dilakukan pengecoran beton ditempat. Jenis sambungan ini dapat berfungsi baik untuk mengurangi penambahan tegangan yang terjadi akibat rangkai, susut dan perubahan temperatur. Sambungan basah ini sangat dianjurkan untuk bangunan di daerah rawan gempa karena dapat menjadikan masing-masing komponen beton pracetak menjadi monolit. Gambar penyambungannya dapat dilihat pada gambar 2.1 dan gambar 2.2 dibawah ini :



Gambar 2.1 Penyambungan dengan metode (*wet connection*)



Gambar 2.2 *Half Slab Precast*

2.4 Analisa Struktur Plat Beton Pracetak (*Half Slab Precast*)

Elemen pelat yang dipakai sebagai desain alternatif pada proses ini adalah *half slab precast*. Hal ini dilakukan dengan harapan mendapat efisiensi dari segi biaya dan waktu pengerjaan dengan kualitas yang sama dari sebelumnya.

Desain *Half slab precast* dianalisis dalam kondisi pelaksanaan dan dalam kondisi beban layan. Analisa saat pelaksanaan dilakukan pada saat diangkat lalu dipasang pada masing masing tumpuan, dan pada saat sudah komposit dan menerima beban layan pada bangunan tersebut. Desain tebal dan jumlah tulangan yang dipakai adalah desain yang mampu menahan kombinasi beban yang bekerja.

2.4.1 Penentuan Tebal Half Slab Precast

Tebal *half slab precast* ditentukan dari tabel minimum plat dalam kondisi utuh. Tebal plat minimal dalam kondisi utuh diperoleh dengan rumus :

$$h_{min} = \frac{\ell}{20} \quad (2-1)$$

untuk tegangan leleh rencana f_y 400 Mpa dengan kondisi rencana pelat satu arah tertumpu sederhana. (tabel 9.5b SNI 2847:2013)

2.4.2 Analisa dan Perencanaan Half Slab Precast

Analisa dan perencanaan *half slab precast* ditinjau dengan menganggap elemen ini seperti penampang balok yang bertumpu di dua tumpuan. Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1

$$Q = 1,2DL + 1,6LL \quad (2-2)$$

Perhitungan momen-momen pada pelat lantai sesuai dengan peraturan SNI 2847-2013 pasal 8.3.3 sebagai berikut :

Ujung tak menerus terkekang

$$M_{lx} = 1/11 \times Q \times Lx^2 \quad (2-3)$$

Bentang interior

$$M_{ly} = 1/16 \times Q \times Lx^2 \quad (2-4)$$

Momen negatif dua bentang

$$M_{ty} = 1/9 \times Q \times Lx^2 \quad (2-5)$$

Pada analisa dan perencanaan dilakukan dalam 3 tahap analisa sebagai berikut :

1. Analisa *half slab precast* belum terpasang

Pada kondisi ini, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah berat sendiri elemen pracetak.

2. Analisa *half slab precast* terpasang dan beton topping dituang.

Saat pelat pracetak dipasang pada tumpuan, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah berat sendiri elemen pracetak, beban pekerja, dan beban beton yang dituang. (kondisi 1)

3. Analisa *half slab precast* dan topping saat aksi komposit sudah terjadi

Saat pelat pracetak dipasang pada tumpuan, beban yang bekerja pada pelat pracetak adalah berat sendiri elemen pracetak saat komposit, beban mati tambahan dan beban hidup layan yang diberi faktor (1,2DL+1,6LL). (kondisi 2)
Menentukan batasan rasio tulangan yang akan digunakan dengan rumus sebagai berikut :

$$\rho_b = \frac{0,85\beta_1 \cdot f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \quad (2-6)$$

dimana :

β_1 untuk f'_c 17-28 Mpa harus diambil 0,85 seperti yang disyaratkan pada pasal 10.2.7.3 (SNI 2847 : 2013)

Rasio tulangan yang dipakai dalam perhitungan tulangan pelat, berdasarkan syarat berikut :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} \quad (2-7)$$

$$\rho_{\min} = \frac{1\sqrt{f'_c}}{4f_y} \quad (2-8)$$

ρ_{\min} digunakan yang paling besar.

- a. Perhitungan desain penulangan (*precast*)

Pada perhitungan desain ini, menghitung berapa besar momen yang terjadi pada desain pelat pada bagian tumpuan dan lapangan. Setelah momen momen tersebut didapat maka baru bisa di hitung berapa tulangan rencana untuk menahan momen tersebut.

- Perhitungan momen lapangan arah (X)

$$M_{lx} = 1/11 \times Q \times Lx^2 \text{ (kondisi 2)} \quad (2-9)$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \quad (2-10)$$

Dimana :

Faktor reduksi $\phi = 0,9$ (SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$R_n = \frac{Mn}{b \times d y^2} \quad (2-11)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (2-12)$$

antara ρ min dan ρ perlu diambil yang paling besar.

Jarak tulangan utama :

$$As_{perlu} = \rho \times b \times d y \quad (2-13)$$

Jarak tulangan (s)

$$S = \frac{1000}{As_{perlu} / As_{tulangan}} \quad (2-14)$$

- Perhitungan momen lapangan arah (Y)

$$M_{ly} = 1/16 \times Q \times Lx^2 \quad (\text{kondisi2}) \quad (2-15)$$

$$M_n = \frac{Mn}{\phi} \quad (2-16)$$

Dimana :

Faktor reduksi $\phi = 0,9$ (SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$R_n = \frac{Mn}{b \times d y^2} \quad (2-17)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (2-18)$$

antara ρ min dan ρ perlu diambil yang paling besar.

Jarak tulangan utama :

$$As_{perlu} = \rho \times b \times d y \quad (2-19)$$

Jarak tulangan (s)

$$S = \frac{1000}{As_{perlu} / As_{tulangan}} \quad (2-20)$$

- Perhitungan momen tumpuan arah (Y)

$$M_{tx} = 1/9 \times Q \times Lx^2 \quad (\text{kondisi2}) \quad (2-21)$$

$$M_n = \frac{Mn}{\phi} \quad (2-22)$$

Dimana :

Faktor reduksi $\phi = 0,9$ (SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$R_n = \frac{Mn}{b \times d y^2} \quad (2-23)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (2-24)$$

antara ρ min dan ρ perlu diambil yang paling besar.

Jarak tulangan utama :

$$As_{\text{perlu}} = \rho \times b \times d y \quad (2-25)$$

Jarak tulangan (s) :

$$S = \frac{1000}{As_{\text{perlu}} / As_{\text{tulangan}}} \quad (2-26)$$

- Perhitungan panjang penyaluran tulangan :

$$L_{dh} > 8db \quad (\text{SNI 2847-2013 ; 12.5.1})$$

$$L_{dh} > 150 \text{ mm} \quad (\text{SNI 2847-2013 ; 12.5.1})$$

$$L_{dh} = \frac{100 \times db}{\sqrt{f'_c}} \times \frac{f_y}{400} \quad (2-27)$$

- b. Perhitungan desain penulangan (topping)

- Perhitungan momen lapangan arah (Y)

$$M_{ty} = 1/11 \times Q \times Lx^2 \quad (\text{kondisi2}) \quad (2-28)$$

$$M_n = \frac{Mn}{\phi} \quad (2-29)$$

Dimana :

Faktor reduksi $\phi = 0,9$ (SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$R_n = \frac{Mn}{b \times d y^2} \quad (2-30)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right) \quad (2-31)$$

antara ρ min dan ρ perlu diambil yang paling besar.

Jarak tulangan utama :

$$As_{\text{perlu}} = \rho \times b \times d y \quad (2-32)$$

Jarak tulangan (s)

$$S = \frac{1000}{As_{\text{perlu}} / As_{\text{tulangan}}} \quad (2-33)$$

Perhitungan tulangan susut :
(SNI 2847-2013 ; 7.12)

$$A_s = \frac{0,0018 \times 420 \times b \times h}{f_y} \quad (2-34)$$

Jarak tulangan (s)

$$S = \frac{1000}{A_s \text{ perlu} / A_s \text{ tulangan}} \quad (2-35)$$

- Perhitungan panjang penyaluran tulangan :

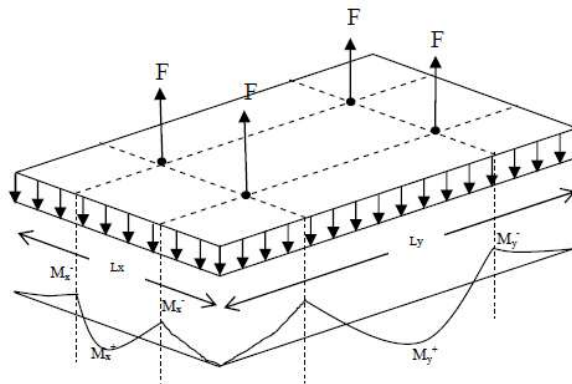
$$L_{dh} > 8db \quad (\text{SNI 2847-2013 ; 12.5.1})$$

$$L_{dh} > 150 \text{ mm} \quad (\text{SNI 2847-2013 ; 12.5.1})$$

$$L_{dh} = \frac{100 \times db}{\sqrt{f'_{rc}}} \times \frac{f_y}{400} \quad (2-36)$$

2.4.3 Analisa Half Slab Precast Pada Saat Pengangkatan

Kondisi pertama adalah saat pelat pracetak diangkat dengan crane. Beban yang bekerja adalah beban sendiri pelat pracetak sendiri. Pada kondisi ini, pelat yang diangkat dimodelkan seperti pelat yang menumpu diatas empat buah tumpuan. Kondisi ini direncanakan seperti dalam buku *PCI design handbook*. Pemodelan ini dianggap bertumpuan pada empat titik yang merupakan titik pengangkatan dan arah gaya reaksi tumpuan seperti pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Pemodelan beban *half slab precast* saat kondisi pengangkatan

Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat *stripping*, *roating*, dan *storage*.

$$F'_{ci} = \text{koef} \times f'_c \quad (2-37)$$

Dimana koefisien didapat dari PBBI 1971 ; tabel 4.1.4

Kondisi beton *crack* :

$$F'_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c} \quad (2-38)$$

- a. Kontrol tegangan angkat pelat pada saat stripping

Longitudinal bending

Pada proses ini merencanakan berapa titik angkat yang digunakan untuk proses pengangkatan pelat *precast* rencana. Pada analisa ini akan direncanakan menggunakan (*two point pick up*) (*PCI Design Handbook* ; 5.2.5).

$$W = \text{koef} \times t \text{ precast} \times b_j \text{ beton bertulang} \quad (2-39)$$

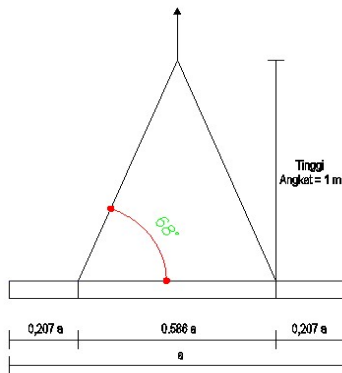
Dimana koefisien didapat dari (PCI design ; 5.2.1)

$b/2$ dan $15t$ dipilih yang paling kecil (PCI design ; 5.2.5)

Momen maksimum (x)

$$M_x = 0,0107 \times w \times a^2 \times b \quad (2-40)$$

Moemen akibat sudut pengangkatan arah (x) . Sudut pengangkatan dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Sudut pengangkatan plat *precast*

Sudut yang terbentuk pada saat perencanaan digunakan untuk mencari gaya F yang terjadi. Apabila sudut yang terbentuk akibat pengangkatan tidak ada pada tabel *PCI Design handbook*, maka harus melakukan interpolasi untuk menentukan berapa besar gaya F .

- Perhitungan untuk momen pada saat eksentris.

$$Y_c = y_t + 3'' \quad (2-41)$$

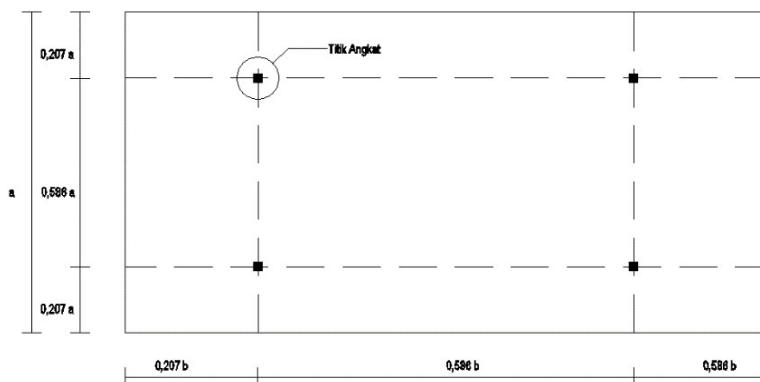
Dimana $1'' = 0,025 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{P y_c}{\tan \theta} \\ &= \frac{(w \times a \times b) y_c}{\tan \theta} \end{aligned} \quad (2-42)$$

- Kontrol tegangan angkat pelat pada saat turning

$$W = \text{koef} \times t \text{ precast} \times b_j \text{ beton bertulang} \times b/4 \quad (2-43)$$

Dimana koefisien didapat dari (PCI design ; 5.2.1)



Gambar 2.5 Syarat ketentuan penentuan titik angkat (*PCI Design Handbook*)

$$\begin{aligned} \Sigma MR &= 0 \\ &= RL \times 0,586a - 1/2w \{ (0,207a + 0,586a)^2 - 0,207^2 \} \end{aligned} \quad (2-44)$$

Momen arah (a)

$$M_a = 1/2w \times 0,207a^2 \quad (2-45)$$

Momen arah (b)

$$M_b \text{ maksimum} = RL/w \quad (2-46)$$

$$M_b = RL (RL/w - 0,207a) - 1/2w \times (RL/w)^2 \quad (2-47)$$

2.4.4 Analisa Kekuatan Angker (Stud) Half Slab Precast Pada Saat Pengangkatan

Analisa kekuatan angker ini digunakan untuk menentukan berapa dimensi angker yang digunakan agar mampu mengangkat beban elemen pelat pracetak pada saat pengangkatan. Analisa ini mengacu pada *PCI design handbook* (Fig 5.2.7)

$$WF = a \times b \times t \text{ precast} \times b_j \text{ beton bertulang} \quad (2-48)$$

$$T = WF/2 \quad (2-49)$$

Dimana T merupakan berat total yang diterima oleh sling pada saat pengangkatan.

$$T \text{ Angker} = A_g \times F_y \times \emptyset \quad (2-50)$$

A_g merupakan luasan rencana angker (stud) yang digunakan.

2.5 Perhitungan Volume Pekerjaan

Pada tahap ini akan dilakukan perhitungan volume pekerjaan setelah dilakukan analisi perhitungan desain alternatif yang akan digunakan. Proses perhitungan ini yang nantinya akan digunakan untuk menghitung durasi dan biaya yang dikerluarkan. Berikut adalah perhitungan volume pekerjaan setelah desain lama digantikan dengan half slab precast :

2.5.1 Perhitungan Volume *Half Slab Precast*

Perhitungan volume *half slab precast* dilakukan dengan merekap data perencanaan yang sudah dilakukan sebelumnya dan menghitung jumlah elemen *half slab precast* total yang dibutuhkan mulai dari lantai 5 s/d 9. Proses ini dilakukan dengan tujuan sebagai data yang nantinya akan digunakan untuk proses pemesanan pada instansi terkait yang memproduksi *half slab precast*.

2.5.2 Perhitungan Volume Pembesian (Topping)

Volume pembesian topping cor dihitung dengan cara menghitung kebutuhan tulangan pada struktur topping dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Volume besi} = \frac{\text{panjang besi tumpuan} \times \text{luasan} \times \text{jumlah} \times \text{bj tulangan besi}}{\text{bj tulangan besi}} \quad (2-51)$$

2.5.3 Perhitungan Volume Beton (Topping)

Perhitungan volume beton topping cor yang berada diatas half slab nantinya dengan mengalikan antara panjang (p), lebar (l) dan tebal topping (t) dalam satuan m³.

$$\text{Volume beton} = p \times l \times t \quad (2-52)$$

2.6 Perhitungan Waktu Pelaksanaan

Perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan dihitung dengan berdasarkan HSPK 2015 Kota Surabaya dan Referensi dari kontraktor. Proses ini dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Waktu} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{kapasitas produksi} \times \text{jumlah tenaga kerja}} \quad (2-53)$$

2.7 Estimasi Biaya Konstruksi

2.7.1 Pengertian

Estimasi biaya konstruksi adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya biaya lain yang berhubungan dengan pembangunan/proyek.

(Ibrahim B, 1993)

2.7.2 Tahap Pelaksanaa dan Biaya Konstruksi

Pada proses *value engineering* perlu dipertimbangkan metode pelaksanaan yang digunakan untuk mempersingkat waktu pelaksanaan. Tuntutan pekerjaan dengan waktu kerja yang lebih cepat serta kualitas lebih baik menjadi alasan suatu inovasi. Berikut merupakan tahapan pelaksanaa untuk pelat *cast in situ* dan *half slab precast* dapat dilihat pada table 2.1

Tabel 2.1 Tahap Pelaksanaan Pelat Lantai

No	Tahap Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Lantai	
	Pelat Lantai <i>Cast In-situ</i>	<i>Half Slab Precast</i>
1	Pekerjaan scaffolding	Langsir plat pracetak
2	Pekerjaan bekisting	Pemasangan half slab precast mutu fc' 25
3	Pekerjaan Pembesian	Pembesian topping
4	Pengecoran Beton fc' 25	pengecoran topping

2.7.3 Rencana Estimasi Biaya Pekerjaan

Estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan adalah estimasi biaya yang didasarkan pada perhitungan item pekerjaan struktur pelat lantai *cast in-situ* dan *half slab precast*. Biaya item pekerjaan untuk pekerjaan pelat yang akan dihitung yaitu pekerjaan yang sudah dijelaskan pada point sebelumnya. Perhitungan rencana estimasi biaya pekerjaan *half slab precast* dengan menggunakan HSPK 2015 kota Surabaya dan RSNI 2 tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung. Proses perhitungan sebagai berikut:

1. Biaya pemesanan plat precast

Karena lokasi proyek yang tidak cukup ruang untuk membuat plat precast sendiri, maka harus melakukan pemesanan pada instansi *supplier* penyedia item pekerjaan tersebut. Biaya yang dikeluarkan dihitung tiap (m^2) disesuaikan dengan mutu beton yang direncanakan. Harga tersebut sudah termasuk biaya pengiriman, akan tetapi belum termasuk biaya penurunan di lokasi proyek, sehingga perlu dihitung biaya penurunan/langsir.

2. Biaya pekerjaan langsir plat *precast*

Biaya langsir merupakan biaya yang dikeluarkan untuk proses penuruna plat *precast* dari truck pengangkut sampai ke lokasi dropping material. Perhitungan biaya ini mengacu pada RSNI tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan

beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung yang dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2.2 Langsir plat precast ($\pm 20\text{m}$)

	Kebutuhan	Satuan	Indeks
Bahan	Sewa <i>crane</i>	Unit/hr	0,019
	Solar	L	1,897
Tenaga Kerja	Operator <i>crane</i>	OH	0,019
	Pembantu operator <i>crane</i>	OH	0,019
	Tukang batu	OH	0,038
	Pekerja	OH	0,019

3. Biaya ereksi dan pemasangan plat precast

Biaya ini merupakan biaya yang direncanakan untuk proses ereksi plat precast sampai pemasangan pada lokasi yang sudah ditentukan. Perhitungan biaya ini mengacu pada RSNI tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung yang dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3 Ereksi plat precast ($\pm 20\text{m}$)

	Kebutuhan	Satuan	Indeks
Bahan	Sewa <i>crane</i>	Unit/hr	0,067
	Solar	L	6,676
	Sewa <i>pipe support</i>	Bh/hr	1,100
Tenaga Kerja	Operator <i>crane</i>	OH	0,067
	Pembantu operator <i>crane</i>	OH	0,067
	Pekerja	OH	0,067
	Tukang batu	OH	0,067
	Tukang ereksi	OH	0,134
	Kepala tukang	OH	0,067
	Mandor	OH	0,067

4. Biaya pekerjaan bekisting (area khusus)

Pada pekerjaan bekisting plat ini hanya dikhususkan untuk area dari lantai yang ditinjau yang tidak diganti dengan plat precast, sehingga pekerjaan plat lantainya menggunakan plat lantai *cast-in situ*. Pada area yang tidak diganti dengan plat precast diberi nama area khusus sehingga masih membutuhkan pekerjaan bekisting. Perhitungan biaya pekerjaan bekisting mengacu pada HSPK 2015 kota Surabaya yang dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 Pekerjaan Bekisting Lantai

Kebutuhan		Satuan	Koef.
Bahan	paku triplek/eternit	kg	0.400
	plywood	lembar	0.350
	kayu kamper balok 4/6 5/7	m ³	0.015
	kayu meranti	m ³	0.040
	miyak bekisting	liter	0.200
Tenaga Kerja			
	mandor	OH	0.0330
	kepala tukang	OH	0.0330
	tukang	OH	0.330
	pembatu tukang	OH	0.66

5. Biaya pekerjaan pembesian

Biaya pekerjaan pembesian untuk topping cor menggunakan acuan HSPK 2015 kota Surabaya yang dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Pekerjaan pembesian

Kebutuhan		Satuan	Koef.
Bahan	Besi beton	kg	1.050
	Kawat beton	kg	0.015
Tenaga Kerja	mandor	OH	0.0004
	kepala tukang	OH	0.0007
	tukang	OH	0.007
	pembatu tukang	OH	0.007

6. Biaya pekerjaan pengecoran

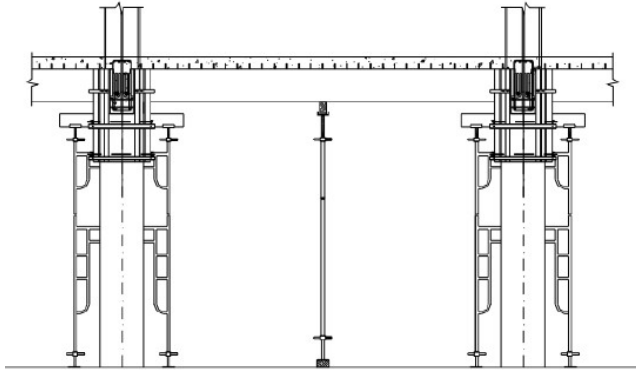
Biaya pekerjaan pengecoran untuk topping cor dengan menggunakan mutu beton K-300 mengacu pada HSPK 2015 kota Surabaya yang dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Pekerjaan Pengecoran

Kebutuhan		Satuan	Koef.
Bahan	Beton ready mix Fc'= 25 Mpa	m ³	1.040
	Material Bantu	Ls	1.000
Tenaga Kerja	mandor	OH	0.0830
	kepala tukang	OH	0.0280
	pembantu tukang	OH	0.275
	pembantu tukang	OH	1.650

2.8 Pemasangan Elemen Plat

Pemasangan pelat pracetak diatas balok induk dan balok anak sesuai dengan dimensi pelat yang sudah direncanakan. Dilakukan pemasangan tulangan tumpuan maupun lapangan, setelah semua tulangan terpasang kemudian dilakukan pengecoran pada bagian atas pelat pracetak, balok anak, dan balok induk yang berfungsi sebagai topping. Topping berfungsi untuk merekatkan komponen pelat, balok anak, dan balok induk agar menjadi suatu kesatuan (komposit). Pengecoran topping dapat dilihat pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Pengecoran Topping

2.9 Tahap Pelaksanaan

2.9.1 Pengangkatan dan penempatan crane

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengangkatan elemen pracetak (*half slab precast*) antara lain :

1. Kemampuan tower crane yang digunakan
 2. Metode pengangkatan
 3. Letak titik-titik pengangkatan pada elemen pracetak
- Penentuan titik angkat dapat dilihat pada point sebelumnya. Berat elemen pracetak harus disesuaikan dengan kemampuan angkat tower crane.

2.9.2 Transportasi elemen plat precast

Sistem transportasi meliputi :

1. Pemindahan pelat pracetak dari area pabrik
2. Pemindahan dari pabrik ke penampungan di proyek
3. Pemindahan dari penampungan sementara di proyek ke posisi akhir (dipasang)

2.10 Tahap Pengerjaan Value Engineering

Tahap pengerjaan VE ini merupakan tahap utama pada tugas akhir ini. Pada proses pengerjaan ini dibagi menjadi lima tahap yang harus dilalui yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan, dan tahap rekomendasi yang akan dijelaskan sebagai berikut.

2.10.1 Tahap Informasi

Tahap ini merupakan proses awal dari rencana pengerjaan *value engineering* dengan tujuan mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan item yang akan distudi. Informasi yang akan dikumpulkan berupa data proyek secara umum, gambar perencanaan dan juga biaya pelaksanaan proyek dari pekerjaan awal sampai akhir. Data yang didapat tersebut nantinya akan digunakan untuk tahapan rencana kerja *value engineering* pada tugas akhir ini. Prinsip dasar yang dilakukan pada tahap informasi ini adalah dengan *cost model* yang kemudian akan dilakukan *breakdown cost model* untuk mengetahui besar biaya awal yang digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan plat lantai.

Cost model digunakan untuk membuat skema tentang biaya pekerjaan mulai dari awal sampai pembangunan selesai. Skema ini dibuat berdasarkan informasi data biaya pelaksanaan proyek ini. Cara ini digunakan untuk mengetahui siklus biaya awal proyek sampai dengan akhir pembangunan. *Breakdown cost model* dilakukan pada item pekerjaan yang akan ditinjau yaitu plat lantai. Sehingga *breakdown cost model* nantinya untuk mengetahui besar biaya pelaksanaan awal untuk pekerjaan plat lantai mulai dari pekerjaan bekisting, pembesian sampai dengan pengecoran pada lantai 5 s/d lantai 9.

2.10.2 Tahap Kreatif

Setelah mendapatkan data informasi proyek dari tahap informasi, maka pada tahap ini akan merencanakan suatu ide gagasan kreatif yaitu dengan mengganti plat lantai dengan menggunakan *half slab precast*. Merencanakan dengan menggunakan *half slab precast* ini harus memperhitungkan ketersediaan material mudah didapat, sehingga tidak mempersulit dalam proses pelaksanaan. Selain itu harus direncanakan agar item yang digunakan memiliki akurasi dalam segi dimensinya.

2.10.3 Tahap Analisis

Ide atau gagasan yang didapatkan dari tahap kreatif kemudian akan dilakukan proses *value engineering* selanjutnya yaitu pada tahap analisa ini. Proses analisa dilakukan pada alternatif yang direncanakan dengan menggunakan *half slab precast*. Analisa yang dilakukan ada 2 tahap yaitu analisa keuntungan dan kerugian, dan kemudian analisa desain struktur *half slab precast*. Analisa keuntungan dan kerugian ini akan memuat semua informasi tentang keuntungan (*advantage*) dan kerugian (*disadvantage*) penggunaan desain alternatif yang kemudian ditabelkan untuk mempermudah perbandingan antara desain awalnya. Setelah itu dilakukan tahapan analisa struktur desain alternatif menggunakan *half slab precast* tersebut mulai dari :

1. Merencanakan dan menganalisa desain kriteria *half slab precast* dengan mengacu pada SNI dan PCI dengan cara serta tahapan yang sudah dijabarkan pada point 2.4.
2. Mengitung besar volume pekerjaan, serta merencanakan analisa biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan dengan menggunakan alternatif yang direncanakan berdasarkan HSPK.

Proses untuk melakukan analisa desain sampai dengan memperkirakan biaya pelaksanaan dapat dilakukan susai kajian teori yang sudah dirinci atau dijelaskan pada point sebelumnya.

2.10.4 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan pada proses ini akan melakukan suatu kajian dengan menghitung biaya pelaksanaan pekerjaan plat lantai menggunakan *half slab precast*. Analisa biaya dihitung dengan analisa *life cycle cost (LCC)* dimana nantinya terdapat biaya sebagai berikut :

1. Biaya awal, dimana biaya ini merupakan biaya proyek dari awal pembangunan sampai dengan akhir pembangunan.
2. Biaya redesign, dimana biaya ini merupakan biaya yang dikeluarkan untuk merencanakan desain alternatif yang diusulkan, biaya diasumsikan diambil 10% dari hasil penghematan.
3. Biaya Operasional
4. Biaya Penggantian
5. Biaya Perawatan

Dari biaya tersebut kemudian dilakukan rekap hasil analisa biaya alternatif menggunakan *half slab precast* tersebut. Biaya yang didapatkan nantinya kemudian dibandingkan dengan biaya awal sehingga akan diketahui berapa persentase penghematan yang dihasilkan.

2.10.5 Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi merupakan tahapan akhir pada proses rencana kerja *value engineering*. Ide atau gagasan yang direncanakan setelah dilakukan tahapan sebelumnya kemudian akan dilakukan suatu pertimbangan seperti bagaimana proses pengadaan material *half slab precast*, pengangkutannya, sampai dengan pengejaannya dilapangan. Setelah itu akan dirinci apa saja keuntungan dan kendala yang dihasilkan apabila menggunakan ide gagasan dengan menggunakan *half slab precast* ini.

2.11 Value Engineering Change Proposal (VECP)

Value engineering change proposal (VECP) pada dasarnya sama dengan *Value engineering* proposal (VEP). Jika VEP proses pelaksanaan studi VE dilakukan sebelum kontrak kerja

konstruksi ditanda-tangani maka VECP dilaksanakan oleh kontraktor dengan dibantu oleh tim VE yang dibiayai oleh kontraktor dan dilaksanakan setelah penandatanganan kontrak konstruksi dilakukan. VECP biasanya dilaksanakan jika dalam kontrak kerja mendapat persetujuan *owner*. Penghematan yang dihasilkan dari pelaksanaan VECP akan dibagi antara kontraktor dan *owner*.

Penghematan VECP kurang menghasilkan banyak penghematan jika dibandingkan dengan penerapan VEP. Jika pada VEP penghematan yang dihasilkan dapat mencapai 25% maka pada VECP penghematan hanya mencapai 5%. Hal ini disebabkan semakin mendekati masa penyelesaian proyek semakin kecil peluang menerapkan inovasi yang direncanakan untuk mendapatkan suatu penghematan.

VECP ini nantinya kontraktor akan melakukan pengajuan suatu ide alternatif yang diharapkan akan menguntungkan pihak *owner*. Kontraktor melakukan pengajuan berupa desain baru yang akan digunakan, dengan biaya *redesign* yang dikeluarkan untuk perencanaan ide alternatif yang direncanakan dan kemudian akan dihitung biaya pelaksanaan yang dihasilkan dengan menggunakan desain yang ditawarkan. Setelah mendapatkan biaya itu maka nantinya akan diketahui biaya penghematan yang dihasilkan.

BAB III METODOLOGI

3.1 Aplikasi Value Engineering

Pada tugas akhir terapan ini akan membahas tentang aplikasi *value engineering* terhadap struktur plat lantai dengan alternatif desain menggunakan metode *half slab precast*.

Metodologi analisis merupakan suatu metode atau runtutan proses pengerjaan untuk mendapatkan hasil dari analisis yang dimulai dari perumusan masalah, studi literatur, proses analisis sampai dengan menyimpulkan hasil dari analisis.

3.2 Tahap Kerja Value Engineering

Demi mendapat hasil yang maksimal, *value engineering* dikerjakan oleh suatu tim yang terdiri dari berbagai disiplin ilmu. Rencana kerja yang digunakan diharapkan dapat menghasilkan suatu peningkatan nilai, dari segi biaya ataupun performansi pelaksanaan. Maka tahapan untuk menganalisis proses *Value Engineering* dibagi menjadi 5 tahap, yaitu :

1. Tahap Informasi
2. Tahap Kreatif
3. Tahap Analisis
4. Tahap pengembangan
5. Tahap Rekomendasi

Dari lima tahap kerja *value engineering* tersebut, setiap tahapan proses dibuat skema pekerjaan mulai dari input sampai output yang dihasilkan masing masing tahapan kerja. Skema tersebut dapat dilihat pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Skema tahapan kerja

3.2.1 Tahap informasi

Tahap informasi merupakan tahap pengumpulan data mengenai proyek. Proses input awal tahap ini adalah dengan membuat rincian data yang diperlukan untuk mendukung pengerjaan

analisa value engineering. Proses dari input yaitu dengan pengambilan data informasi proyek yang dibutuhkan dari kontraktor pelaksana. Data informasi yang dibutuhkan sebagai tahap informasi untuk membantu pengerjaan pada proses pengerjaan *value engineering* ini adalah sebagai berikut:

1. Informasi proyek
2. Struktur Organisasi
3. Spesifikasi teknik
4. Daftar peralatan / alat berat yang digunakan
5. Gambar perencanaan proyek
6. Biaya proyek

Data-data yang didapatkan dari kontraktor pelaksana nantinya akan dilakukan suatu proses cost model untuk mengetahui siklus biaya (*life cycle cost*) awal proyek sampai akhir pelaksanaan konstruksi. setelah dilakukan skema biaya tersebut maka dilakukan breakdown cost model pada item pekerjaan yang akan ditinjau. Dari data informasi yang didapat kemudian dilakukan suatu proses sebagai berikut :

1. *Cost Model*
2. *Breakdown Cost Model*

Proses ini merupakan output dari tahap informasi yang nantinya akan membantu pada proses pengerjaan *value engineering* selanjutnya.

3.2.2 Tahap Kreatif

Tahap kreatif merupakan suatu tahap dimana muncul ide atau gagasan kreatif berupa desain alternatif yang digunakan untuk melakukan analisis *value engineering*. Tahap ini sebagai input awalnya harus mengetahui data informasi proyek yang selanjutnya akan dilakukan proses berupa ide atau gagasan kreatif. Proses penyampaian suatu gagasan ide kreatif atau alternatif yaitu dengan mengganti plat lantai dengan menggunakan metode *half slab precast*. Desain tersebut yang nantinya akan dikaji pada tahapan selanjutnya. Setelah menentukan suatu ide atau gagasan ide maka akan didapat suatu

hasil atau output berupa kriteria desain *half slab precast* yang akan direncanakan.

3.2.3 Tahap Analisis

Tahap analisis adalah tahap melakukan analisis terhadap alternatif yang didapat dari tahap kreatif sebagai input yang nantinya akan dilakukan suatu proses. Proses analisis pada item pekerjaan plat lantai dengan menggunakan metode *half slab precast* ini baik dari segi analisis keuntungan (*advantage*) dan kerugian (*disadvantage*) kemudian analisis perhitungan desain struktur.

Langkah-langkah dalam tahap analisis ini adalah :

1. Analisis keuntungan dan kerugian menggunakan desain usulan atau alternatif.
2. Merencanakan desain *half slab precast*. Hal ini digunakan agar plat *precast* yang direncanakan mampu menahan beban pelaksanaan maupun beban pada saat bangunan sudah difungsikan.
3. Menghitung volume pekerjaan plat *precast* (lt. 5 – lt.9). pada point ini perhitungan digunakan untuk menghitung berapa biaya untuk proses pengerjaanya.
4. Menghitung durasi pekerjaan plat lantai *precast* (lt. 5- lt.9).
5. Menghitung analisa harga pekerjaan plat lantai *precast* (lt. 5- lt.9).

Dari proses tahapan analisis diatas nantinya akan didapatkan output atau hasil perhitungan mulai dari perencanaan sampai biaya pekerjaan plat pracetak.

3.2.4 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan rekapitulasi hasil dari tahap analisis. Tahap ini menginput data dari fase analisis pada tahapan sebelumnya yang selanjutnya melakukan perhitungan analisis *life cycle cost* (LCC). Analisa LCC akan menampilkan biaya awal (*initial cost*), biaya *redesign*, biaya pemesanan, dan biaya pelaksanaan. Pada proses ini tidak menampilkan biaya operasional, penggantian dan perawatan, karena struktur plat lantai tidak memerlukan biaya tersebut selama usia bangunan.

Kemudian pada proses ini akan merekapitulasi perhitungan pada tahap analisis LCC tersebut untuk mengetahui besar penghematan yang dihasilkan. Setelah melakukan proses ini maka hasil akhirnya adalah mendapatkan besar penghematan pekerjaan plat lantai dengan desain usulan yang direncanakan.

3.2.5 Tahap Rekomendasi

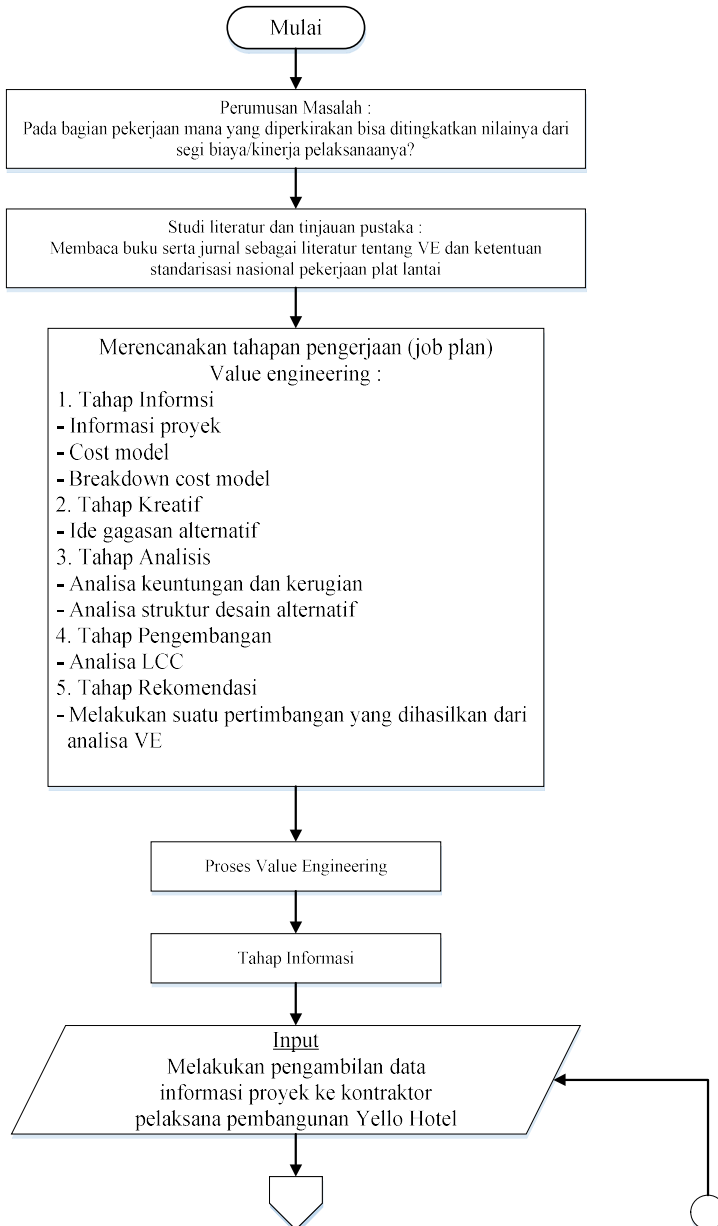
Tahap Rekomendasi merupakan tahap akhir *value engineering* dengan tujuan untuk menarik kesimpulan hasil dari tahapan-tahapan sebelumnya. Input data dari tahapan rekomendasi adalah output yang didapatkan pada tahap pengembangan. Setelah didapatkan data tersebut maka pengerjaan selanjutnya yaitu dengan menyimpulkan hasil perhitungan analisis *value engineering* dengan mengganti plat lantai dengan menggunakan *half slab precast*. Penghematan yang didapat akan menjadi bahan pertimbangan.

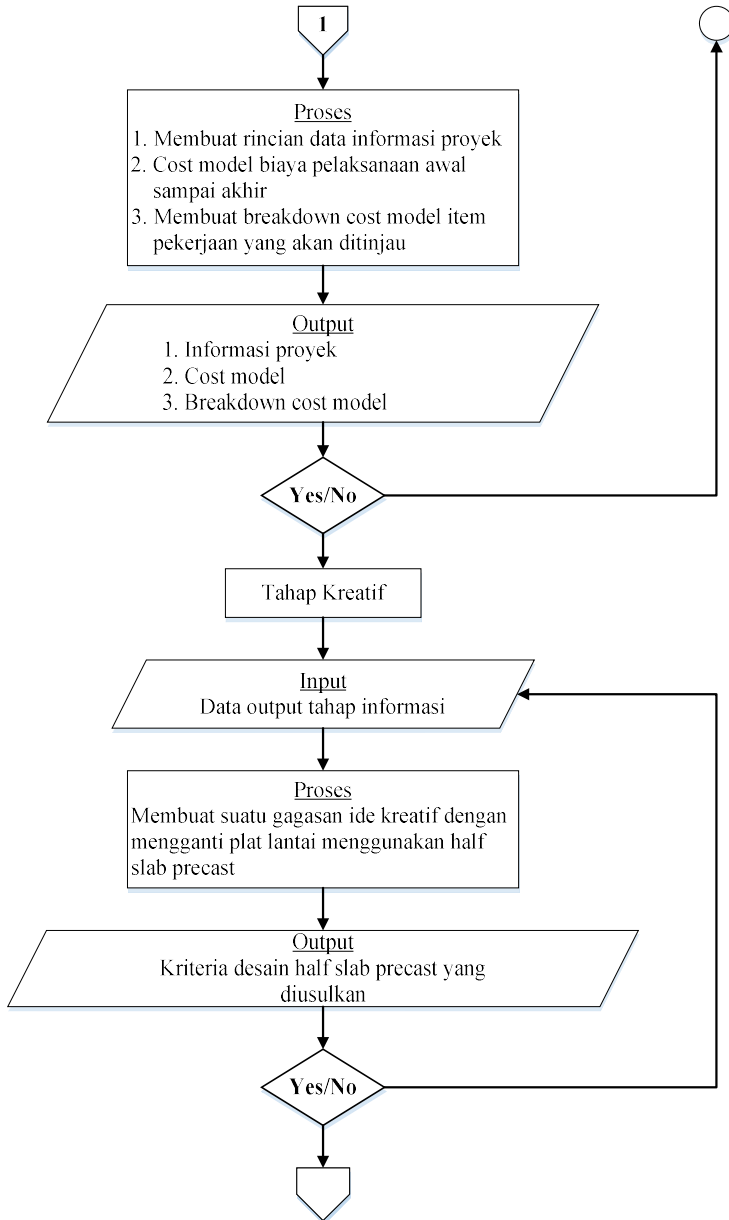
3.3 Value Engineering Change Proposal (VECP)

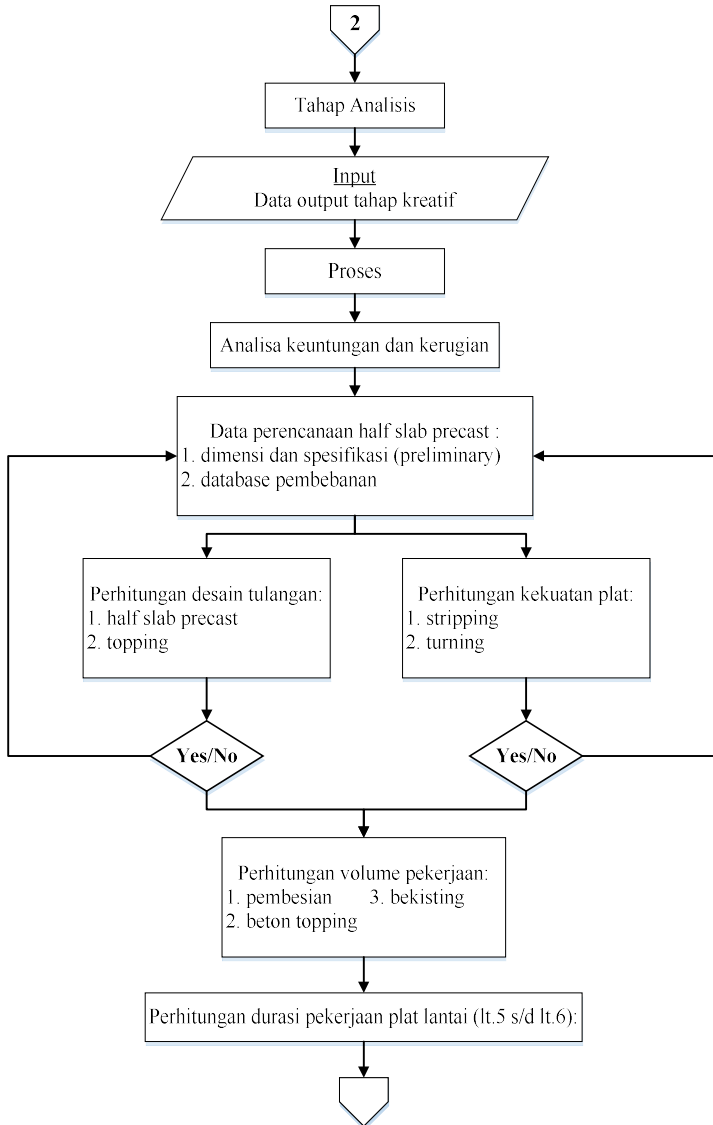
Proses ini merupakan proposal pengajuan desain yang diusulkan untuk menjadi bahan pertimbangan. VECP berisi tentang hasil dari tahapan analisis *value engineering*. Isi proposal pengajuan ini berisi tentang spesifikasi desain alternatif, gambar desain, keuntungan serta kerugian dari desain usulan, biaya yang dikeluarkan untuk pelaksanaan, dan juga biaya penghematan yang dihasilkan.

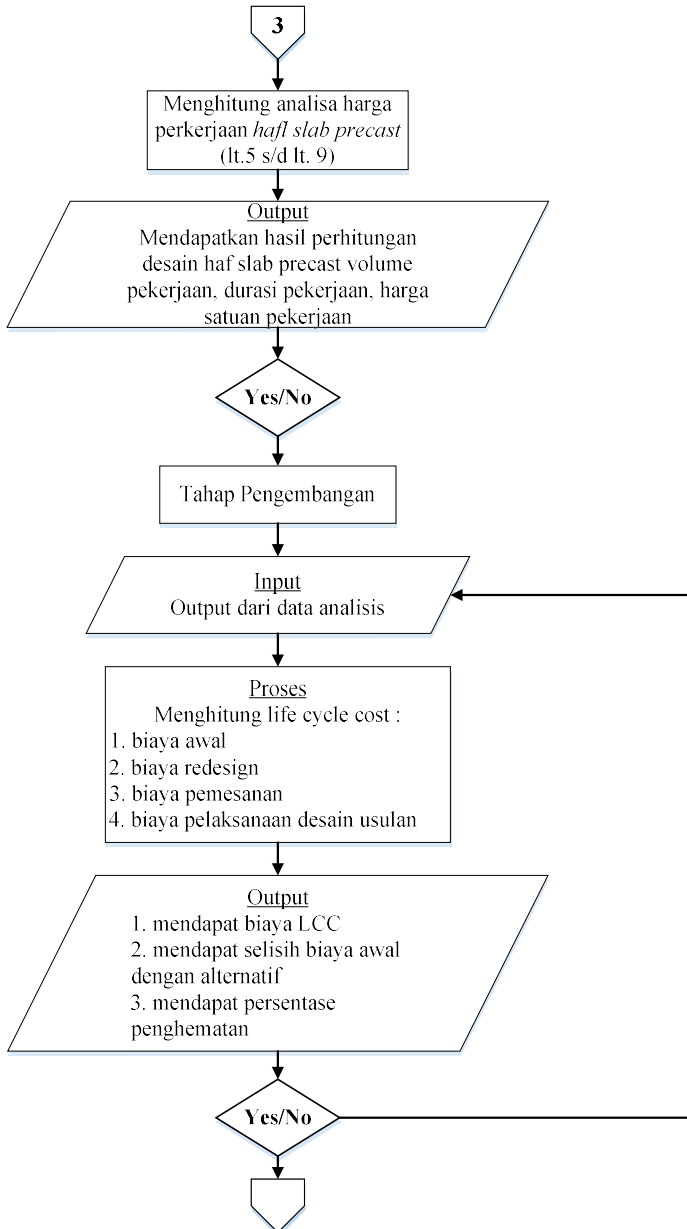
3.4 Fase Pelaporan

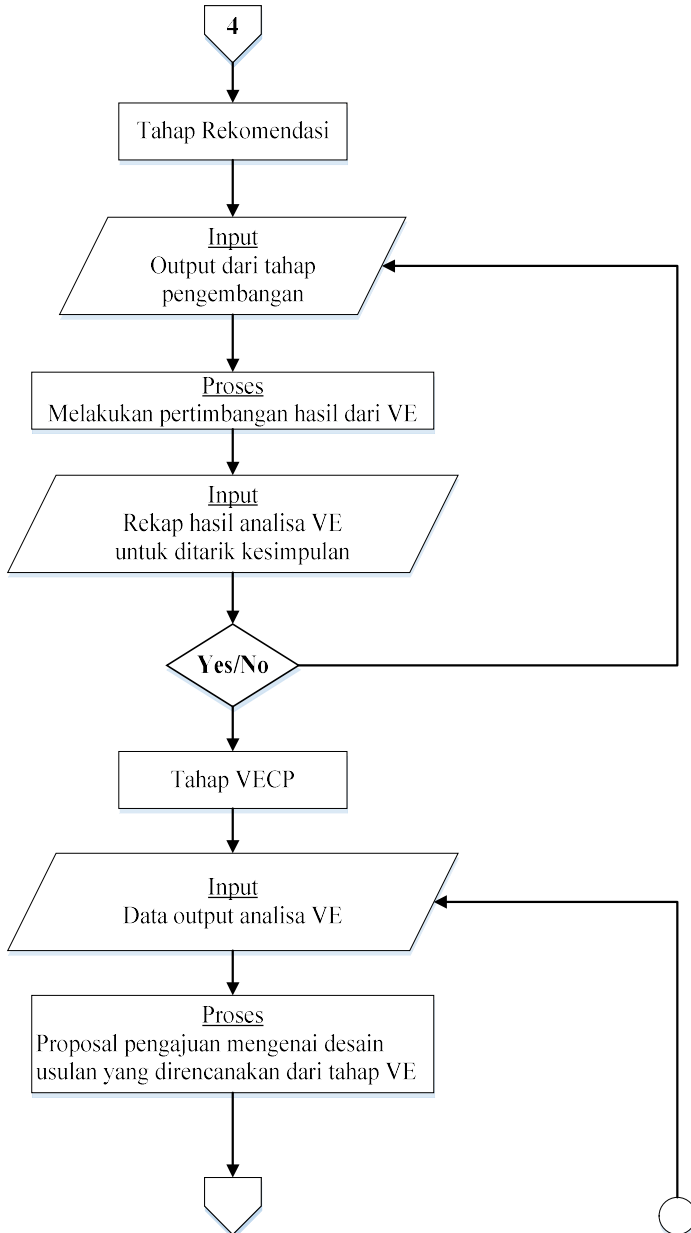
Tahap ini merupakan pelaporan hasil dari tugas akhir tentang analisa *value engineering* yang telah dilakukan terhadap item pekerjaan plat lantai. Untuk lebih detail tahap pengerjaannya dapat dilihat dibagan alir (*flowchart*) pada gambar 3.2 seperti berikut :

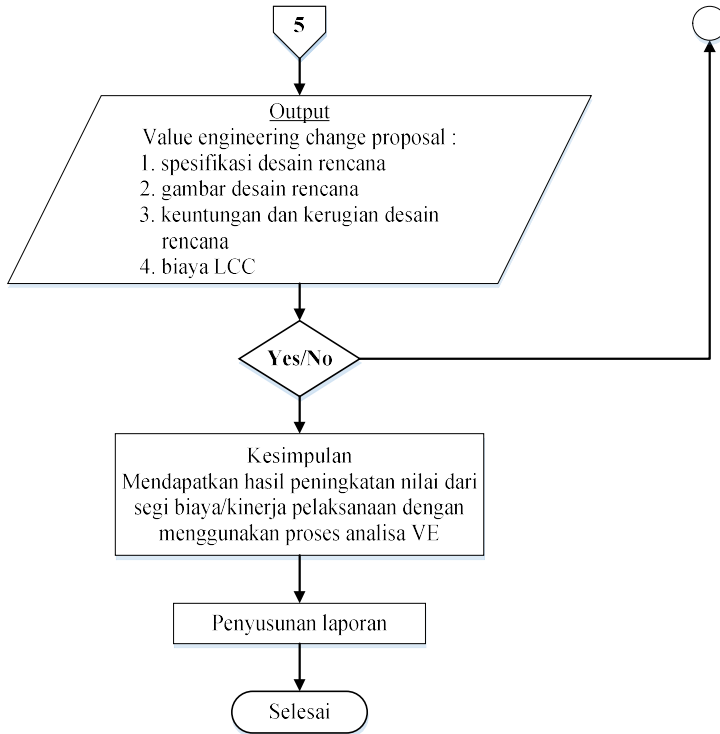












Gambar 3.2 Bagan alir (*flowchart*) metodologi

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Informasi

Tahap informasi akan menampilkan data informasi proyek yang didapat dari kontraktor pelaksana pembangunan Yello Hotel. Data ini nantinya digunakan untuk membantu dalam proses pengerjaan tahap selanjutnya dalam proses analisa *value engineering*. Karena proyek yang ditinjau sudah jadi, maka data didapat dari kantor kontraktor pelaksana dan sudah mendapatkan perizinan dari pihak terkait. Data yang didapat akan dijabarkan pada sub bab berikut ini :

4.1.1 Data proyek

Nama Proyek	: Yello Hotel, Surabaya
Lokasi Proyek	: Jl. Raya Jemursari No. 172A -176, Surabaya
Luas Tanah	: 1.929 m ²
Luas Bangunan	: 11.017 m ²
Jumlah Lantai	: 9 Lantai, 1 Atap dan 1 Lantai LMR
Pemilik Proyek	: PT. Dharma Prasetya Prosperindo
Konsultan Perencana Struktur	: PT. Benjamin Gideon & Associates
Konsultan Perencana Arsitektur	: Ricky GO
Konsultan Pengawas dan QS	: CV. Manajemen Konstruksi Utama
Kontraktor pelaksana	: PT. Tatamulia Nusantara Indah (Cabang Surabaya)
Alamat	: Manyar Megah Indah Plaza Blok K 30-32, Jl Ngagel Jaya Selatan, Surabaya (60284)
Nilai kontrak	: Rp 34.300.000.000,-
Mulai proyek	: 6 Juni 2014
Waktu pelaksanaan	: 255 hari kalender (8,5 bulan)

Tipe kontrak	: <i>Lump Sump Fix Unit Price</i>
Lingkup Pekerjaan	: Struktur dan Arsitektur
Batasan Wilayah Proyek	
Utara	: Jalan Raya Jemursari
Selatan	: Toko Trubus
Barat	: Rumah Warga
Timur	: Rumah Warga

4.1.2 Struktur organisasi

Proyek konstruksi Yello Hotel Surabaya yang dikerjakan oleh PT. Tatamulia Nusantara Indah ini memiliki tingkatan organisasi selama pekerjaan berlangsung. Adapun struktur organisasi proyek ini dapat dilihat pada **lampiran**.

4.1.3 Spesifikasi teknis

Pelaksanaan proyek konstruksi yang dilaksanakan oleh kontraktor pelaksana harus sesuai dengan spesifikasi teknis yang ditetapkan oleh pihak pemilik (*owner*). Spesifikasi teknis mulai dari pekerjaan struktur dan arsitektur. Spesifikasi teknis untuk pekerjaan *upper floor* sebagai berikut :

Spesifikasi teknis pekerjaan stuktur (*upper floor*)

Beton *upper floor* : Ready Mix Concrete F'c 25
(K-300)

Besi beton : BJTD 40 (fy 400) untuk D
BJTD 24 (fy 240) untuk Ø

4.1.4 Rencana Mutu Proyek

Rencana mutu proyek merupakan standarisasi yang ditetapkan oleh instansi terhadap proses pekerjaan proyek dan mutu material yang masuk ke dalam lokasi proyek. Rencana inspeksi yang dilakukan oleh kontraktor pada proyek Yello Hotel untuk pekerjaan struktur atas dapat dilihat sebagai berikut :

1. Rencana inspeksi dan test pekerjaan incoming material
Inspeksi material dilakukan untuk mengecek secara acak mutu atau kualitas dari material yang datang sudah sesuai dengan yang ditentukan sebelumnya.

Standarisasi pengecekan berdasarkan referensi atau standar peraturan yang sudah ditetapkan. Rencana inspeksi material ini dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4.1 Rencana inspeksi dan test pekerjaan untuk incoming material

No	Jenis Material	Kriteria Penerimaan	Tipe Inspeksi/Frekuensi	Referensi	Alat yang Digunakan
				spesifikasi/standar/peraturan	
1	Beton Ready mix	*Balok, Plat lantai Mutu f'c = 25 Mpa Slump 10±2 cm	Pengecekan mutu beton dalam surat jalan tiap kedatangan mobil mixer Pengecekan slump tiap mobil mixer	SNI 2847 - 2002 pasal 7.6.3.3 (S.BI) RKS Struktur	Kerucut abram dan meteran
2	Besi Beton	Mutu besi beton U-40 (ulir) Toleransi diameter D13,D10,D8 = ± 0,4mm Toleransi panjang per 12m ± 70mm	Pengecekan random terhadap diameter dan panjang tulangan tiap kedatangan Pengecekan Milf certificate setiap Uji tarik per diameter d< 20mm = 1 set (3 buah) tiap 30 ton d> 20mm = 1 set (3 buah) tiap 50 ton	SNI 2847 - 2002 pasal 7.6.3.3 (S.BI) RKS Struktur	Meteran dan sigmat

2. Rencana inspeksi dan test untuk proses pekerjaan

Pada proses ini inspeksi dilakukan pada proses pelaksanaan item pekerjaan yang dilakukan. Inspeksi dilakukan untuk meninjau dan mengecek kesesuaian pelaksanaan dengan metode kerja yang direncanakan dan peraturan standar yang ditentukan. Proses inspeksi untuk proses pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.2

Tabel 4.2 Rencana inspeksi dan test untuk proses pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Kriteria Penerimaan	Tipe Inspeksi/Frekuensi	Referensi	Alat yang Digunakan
				spesifikasi/standar/peraturan	
1	Pengecoran	* bekisting kekuatannya memenuhi syarat untuk * kesesuaian as, ukuran, dan elevasi bekisting terhadap * kesesuaian diameter, jumlah dan panjang pembesian * hasil pengecoran tidak terjadi distorsi dan kerosos	tiap tahapan kerja dan pengecoran	SNI 2847 - 2002 pasal 7.6.3.3 (S.BI)	Theodolite, auto level, sipatan, meteran

Tabel 4.2 Lanjutan

No	Jenis Pekerjaan	Kriteria Penerimaan	Tipe Inspeksi/Frekuensi	Referensi	Alat yang Digunakan
				spesifikasi/standar/pe raturan	
2	Tes Beton	Cantumkan ketentuan yang dipersyaratkan dalam referensi SNI 2847-2002, mutu beton dinyatakan dalam karakteristik yang diperoleh dari pemeriksaan benda silinder dia 15 x h30cm pada umur 28 hari / ASTM uji mutu beton		SNI 2847 - 2002 pasal 7.6.3.3 (S.BI)	Compression machine
3	Pekerjaan pembongkaran bekisting	* sesuai dengan metode kerja * sesuai dhasi tes tekan umur beton	*tiap tahap pekerjaan *tes beton/ umur benda uji		

4.1.5 Daftar peralatan yang digunakan

Suatu proyek konstruksi haruslah merencanakan dan mendata peralatan konstruksi mulai dari alat berat dan peralatan lain demi menunjang dan mempermudah proses pelaksanaan. Proyek Yello Hotel Surabaya yang dikerjakan oleh kontraktor pelaksana PT. Tatamulia Nusanara Indah menggunakan peralatan dengan data peralatan yang dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data peralatan yang digunakan

No	Nama Alat
1	Tower crane
2	Concrete pump
3	Bar bender
4	Bar cutter
5	Ready mix

Alat yang dicantumkan diatas merupakan peralatan yang digunakan untuk pekerjaan plat lantai, mulai dari penurunan material *precast* sampai dengan pengecoran topping cor nantinya.

4.1.6 Gambar Proyek

Gambar proyek merupakan gambar yang digunakan kontraktor sebagai acuan dalam proses pengerjaan proyek Yello Hotel. Rincian gambar proyek dapat dilihat pada **lampiran**.

4.1.7 Cost Model

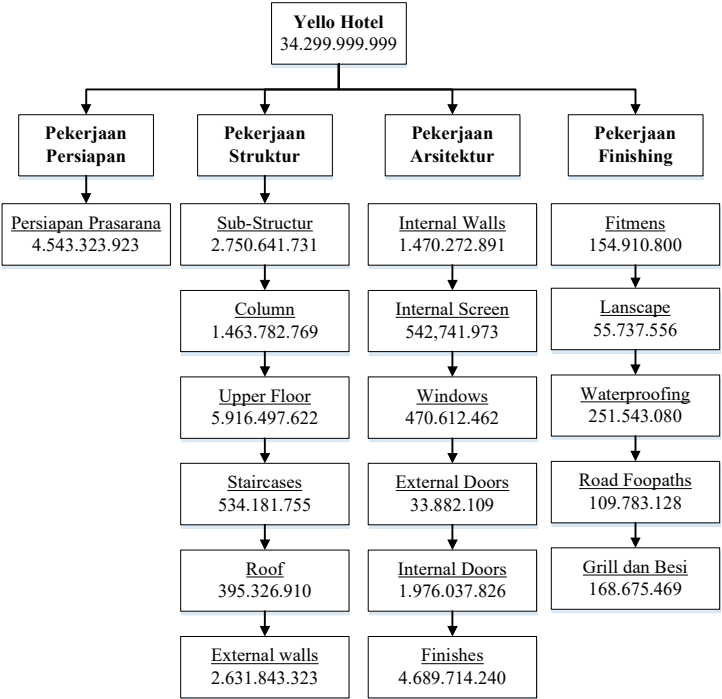
Cost Model dilakukan dengan membuat suatu bagan pekerjaan yang dikelompokkan menurut elemen pekerjaan masing-masing. Bagan ini menjelaskan siklus biaya awal proyek sampai dengan akhir pembangunan. Pada bagan tersebut dicantumkan rencana anggaran biaya tiap item pekerjaan. Bagan pekerjaan yang dibuat untuk melihat perbedaan biaya tiap elemen pekerjaan yang akan dijadikan pedoman dalam analisis *value engineering*.

Secara sistematis *cost model* ini menggambarkan posisi letak pengeluaran secara menyeluruh, sehingga detail pengeluaran bisa dilihat dengan jelas. Bagan ini lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.1.

4.1.8 Breakdown Cost Model

Breakdown biaya dilakukan untuk mengetahui besar biaya apa saja dikeluarkan pada item pekerjaan *upper floor*. Pekerjaan *upper floor* mengeluarkan biaya sebesar Rp 5.916.497.622,- meliputi pekerjaan balok dan plat lantai. Data yang diperlukan adalah dengan mengetahui biaya pekerjaan awal pekerjaan lantai mulai dari pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran. Biaya awal pekerjaan plat lantai ini nantinya digunakan sebagai acuan untuk mengerjakan proses pengerjaan selanjutnya. *Breakdown* pekerjaan *upper floor* dapat dilihat pada tabel 4.4.

Analisa *value engineering* ini akan meninjau pada pekerjaan plat lantai pada lantai 5 sampai lantai 9, sehingga perlu *breakdown* lagi berapa besar biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan *upper floor* pada lantai 5 sampai lantai 9 pada proyek Yello Hotel Surabaya. *Breakdown* pekerjaan dapat dilihat pada tabel 4.5



Gambar 4.1 Cost Model

Tabel 4.4 Breakdown pekerjaan upper floor

No	Pekerjaan	Item Pekerjaan	Biaya	Sub-Total
1	Balok	Bekisting	Rp 745,156,340	Rp 2,856,741,296
		Pembesian	Rp 1,422,803,314	
		Pengecoran	Rp 688,781,642	
2	Plat Lantai	Bekisting	Rp 1,422,600,314	Rp 3,052,214,923
		Pembesian	Rp 802,539,494	
		Pengecoran	Rp 827,075,114	
3	Top Table Female Bathroom		Rp 1,334,080	Rp 1,334,080
4	Top Table Male Bathroom		Rp 6,207,323	Rp 6,207,323
			Total =	Rp5,916,497,622

Tabel 4.5 Breakdown pekerjaan upper floor (Lt.5 s/d Lt.9)

No	Pekerjaan	Item Pekerjaan	Biaya	Sub-Total
1	Balok	Bekisting	Rp 338,785,566	Rp 1,323,568,109
		Pembesian	Rp 665,900,247	
		Pengecoran	Rp 318,882,296	
2	Plat Lantai	Bekisting	Rp 761,930,867	Rp 1,473,777,026
		Pembesian	Rp 321,838,022	
		Pengecoran	Rp 390,008,136	
			Total =	Rp2,797,345,135

4.2 Tahap Kreatif

Tahap kreatif merupakan suatu tahap dimana muncul ide atau gagasan kreatif berupa desain alternatif yang digunakan untuk melakukan analisis *value engineering*. Pada tahap ini proses penyampaian akan dimunculkan gagasan ide sebagai pembandingan data eksisting yang sudah dibuat sebelumnya dengan desain baru. Ide gagasan yang disampaikan pada tugas akhir ini hanya menggunakan satu desain alternatif yaitu menggunakan *half slab precast*. Alternatif tersebut diharapkan bisa berpeluang menghemat biaya proyek pada pekerjaan *upper floor*. Alternatif desain yang diusulkan kemudian ditabelkan yang dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Alternatif pekerjaan plat lantai

Tahap Kreatif	
Proyek	: Pembangunan Yello Hotel, Surabaya
Lokasi	: Jl. Jemursari, Surabaya
Item	: Pekerjaan Plat Lantai (Lt. 5 s/d Lt. 9)
Fungsi	: Menerima beban dan mendistribusikan beban ke balok
Desain awal	
Plat lantai konvensional menggunakan beton bertulang	
Desain alternatif	
Plat lantai dengan menggunakan half slab precast	

Gagasan ide yang dimunculkan tersebut kemudian ditentukan kriteria desain (*preliminary design*) yaitu dengan menggunakan beton pracetak dengan data sebagai berikut :
 Mutu beton *half slab precast* (f'c) : 25 Mpa (K-300)

Mutu beton <i>topping</i> (f'_c)	: 25 Mpa (K-300)
Tebal <i>half slab precast</i>	: 80 mm
Tebal <i>topping</i>	: 40 mm
Mutu baja tulangan (f_y)	: 400 Mpa
Perhitungan berpedoman pada SNI 2847-2013 dan <i>PCI Design Handbook</i>	

Kriteria tersebut akan dicoba direncanakan dengan mutu beton dan besi yang sama seperti desain eksisting, yang menjadi pembeda nantinya adalah produk yang dihasilkan berupa plat lantai pracetak. Desain tersebut direncanakan karena untuk pemesanan material atau ketersediaan material untuk daerah Surabaya masih relatif mudah didapatkan dan jarak supplier dengan lokasi proyek tidak terlalu jauh. Sehingga apabila diterapkan untuk pembangunan masih terjangkau dari segi lokasinya dan jaraknya.

4.3 Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan tahapan analisis terhadap ide gagasan alternatif yang didapat dari tahap kreatif sebagai input yang nantinya akan dilakukan suatu proses. Analisis pada item pekerjaan plat lantai dengan menggunakan metode *half slab precast* mulai dari analisa keuntungan (*advantage*) dan kerugian (*disadvantage*) yang kemudian dilakukan analisa struktur perencanaan desain plat *precast* sampai dengan perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan. Proses tahapan analisis itu sendiri kemudian dirinci sebagai berikut :

4.3.1 Analisa keuntungan dan kerugian

Pada tahap analisa keuntungan dan kerugian ini, semua informasi mengenai keuntungan dan kerugian menggunakan alternatif ini kemudian ditabelkan. Analisa ini dapat dilihat pada tabel 4.7:

Tabel 4.7 Analisa keuntungan dan kerugian

Analisa keuntungan dan kerugian			
Proyek	: Pembangunan Yello Hotel, Surabaya		
Lokasi	: Jl. Jemursari, Surabaya		
Item	: Pekerjaan Plat Lantai (Lt. 5 s/d Lt. 9)		
Fungsi	: Menerima beban dan mendistribusikan beban ke balok		
No	alternatif	keuntungan	kerugian
1	Half Slab Precast	Mutu terjamin	Perlu penyediaan tempat khusus untuk penyimpanan material perlu memesan precast pada instansi/penyedia
		pelaksanaan relatif cepat	
		ketersediaan material dari lokasi proyek terjangkau	
		tidak perlu pekerjaan bekisting dilapangan volume besi dan pengecoran berkurang	

4.3.2 Informasi umum dan kriteria desain

Proyek : Yello Hotel, Surabaya (Gambar denah lokasi yang akan dilakukan analisis, dapat dilihat pada gambar 4.2).

Item Pekerjaan : Pekerjaan Struktur “*Upper Floor*”

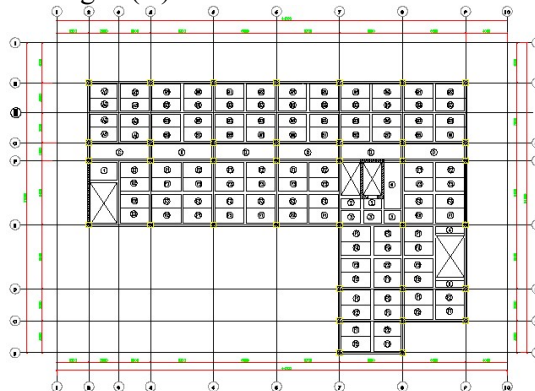
Rencana Biaya : Rp 5.916.497.622 (sudah termasuk balok)

Kriteria Desain Existing :

Mutu Beton ($f'c$) = 25 Mpa (K-300)

Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa

Diameter tulangan (D) = 10 mm



Gambar 4.2 Denah Lantai 5-9 Yello Hotel Surabaya

4.3.2 Perencanaan half slab precast

Tahap perencanaan merupakan tahap analisa desain struktur *half slab precast* yang akan direncanakan tanpa mengganti struktur rangka utama bangunan. Karena plat lantai sendiri merupakan struktur sekunder yang memiliki fungsi menerima beban dan menyebarkan beban ke struktur balok. Perencanaan plat *precast* nantinya digunakan untuk pekerjaan lantai di mulai dari lantai 5 sampai dengan lantai 9 pada Proyek Yello Hotel, Surabaya adalah sebagai berikut :

1. Database perencanaan

Data perencanaan yang digunakan untuk perencanaan pelat sesuai dengan *preliminary design* adalah :

Mutu Beton ($f'c$) = 25 Mpa (K-300)

Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa

Diameter tulangan rencana (D) = 8 mm

Tebal plat = 12 cm

Tebal pelat *precast* = 8 cm = 80 mm

Tebal *topping* = 4 cm = 40 mm

Tebal *decking* = 2 cm = 20 mm

Dimensi *half slab precast* tersebut dapat dilihat pada tabel

4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.8 Dimensi rencana half slab precast

No	Tipe	Lx (cm)	Ly (cm)	Kode	Jumlah /Lantai
1	A	270	135	A1	2
				A2	2
				A3	4
2	B	285	135	B1	10
				B2	10
				B3	20
3	C	585	150	C	1
4	D	600	150	D	5
5	E	285	145	E1	1
				E2	2
				E3	1
6	F	290	145	F1	17
				F2	17
				F3	22
7	G	465	160	G	1
Jumlah Slab Precast					59

Plat lantai merupakan struktur atas yang berfungsi menerima beban untuk diteruskan ke struktur balok. Dimana struktur plat lantai harus direncanakan sesuai beban dari fungsi bangunan. Apabila komponen plat lantai diganti dengan sistem *half slab precast*, maka juga perlu diperhitungkan desain komponen tersebut supaya fungsi dari struktur tidak berubah.

Perhitungan desain diambil contoh pada *precast tipe A*.

Pembebanan Plat Lantai

- Sebelum Komposit
 - Beban Mati (DL)
 - Berat sendiri $= 0,08 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$
 - Beban Hidup (LL)
 - Beban Pekerja $= 77 \text{ kg/m}^2$
- Sesudah Komposit
 - Beban Mati (DL)
 - Berat sendiri $= 0,12 \times 2400 = 288 \text{ kg/m}^2$
 - Beban Mati Tambahan (SDL)
 - Keramik $= 18 \text{ kg/m}^2$
 - Spesi Keramik $= 38 \text{ kg/m}^2$
 - Ducting Mechanical (ME) $= 19 \text{ kg/m}^2$
 - Plafon $= 5 \text{ kg/m}^2$
 - Penggantung Plafon $= 10 \text{ kg/m}^2$
 - Total (SDL) $= 90 \text{ kg/m}^2$
 - Total (DL+SDL) $= 378 \text{ kg/m}^2$
 - Beban Hidup (LL)
 - Beban hidup (koridor) $= 154 \text{ kg/m}^2$
 - Beban hidup (kamar hotel) $= 115 \text{ kg/m}^2$
 - Beban hidup dengan lantai diatas 2 lantai direduksi 20%, sesuai pada SNI 1727-2013 pasal 4.7.2 dan 4.7.3

Kombinasi Pembebanan Pelat

Kombinasi pembebanan yang digunakan berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 9.2.1 didapatkan :

$$Q = 1,2DL + 1,6LL$$

Berikut adalah perhitungan kombinasi pembebanan pelat lantai :

- Keadaan, pelat *precast* belum terpasang
 $Q = 1,2 (192) + 1,6 (0) = 230,4 \text{ kg/m}^2 \text{ per m'}$
- Keadaan, pelat *precast* terpasang dan *topping* tapi belum komposit:
 $Q = 1,2 (288) + 1,6 (77) = 353,28 \text{ kg/m}^2 \text{ per m'}$
- Keadaan, pelat sudah komposit:
 $Q = 1,2 (411) + 1,6 (154) = 699,4 \text{ kg/m}^2 \text{ per m'}$

Perhitungan momen-momen pada pelat lantai sesuai dengan peraturan SNI 2847-2013 beagai berikut :

- $M_{lx} = 1/11 \times Q \times Lx^2$
 ujung tak menerus terkekang (pasal 8.3.3)
 $M_{ly} = 1/16 \times Q \times Lx^2$
 bentang interior (pasal 8.3.3)
 $M_{ty} = 1/9 \times Q \times Lx^2$
 momen negatif dua bentang (pasal 8.3.3)
- Keadaan, pelat *precast* belum terpasang
 $M_{lx} = 1/11 \times Q \times Lx^2 = 1/11 \times 230,40 \times 1,35^2 = 38,17 \text{ kgm per m'}$
 $M_{ly} = 1/16 \times Q \times Lx^2 = 1/16 \times 230,40 \times 1,35^2 = 26,24 \text{ kgm per m'}$
 $M_{ty} = 1/9 \times Q \times Lx^2 = 1/9 \times 230,40 \times 1,35^2 = 46,66 \text{ kgm per m'}$
- Keadaan, pelat *precast* terpasang dan *topping* tapi belum komposit (kondisi 1):
 $M_{lx} = 1/11 \times Q \times Lx^2 = 1/11 \times 353,28 \times 1,35^2 = 58,53 \text{ kgm per m'}$
 $M_{ly} = 1/16 \times Q \times Lx^2 = 1/16 \times 353,28 \times 1,35^2 = 40,24 \text{ kgm per m'}$
 $M_{ty} = 1/9 \times Q \times Lx^2 = 1/9 \times 353,28 \times 1,35^2 = 71,54 \text{ kgm per m'}$
- Keadaan, pelat sudah komposit (kondisi 2):
 $M_{lx} = 1/11 \times Q \times Lx^2 = 1/11 \times 699,36 \times 1,35^2 = 115,87 \text{ kgm per m'}$
 $M_{ly} = 1/16 \times Q \times Lx^2 = 1/16 \times 699,36 \times 1,35^2 = 79,66 \text{ kgm per m'}$

$$\begin{aligned} M_{ty} &= 1/9 \times Q \times Lx^2 = 1/9 \times 699,36 \times 1,35^2 \\ &= 141,62 \text{ kgm per m'} \end{aligned}$$

2. Perhitungan perencanaan tulangan

- Tinggi efektif pada saat keadaan sebelum komposit :

$$d_y = 80 - 20 - 8 - \frac{8}{2} = 48 \text{ mm}$$

$$d_x = 80 - 20 - \frac{8}{2} = 56 \text{ mm}$$

- Tinggi efektif pada saat keadaan sebelum komposit :

$$d_y = 120 - 20 - 8 - \frac{8}{2} = 88 \text{ mm}$$

$$d_x = 120 - 20 - \frac{8}{2} = 96 \text{ mm}$$

Menentukan batasan harga tulangan dengan menggunakan rasio tulangan yang disyaratkan pada SNI 03-2847-2013.

Untuk mutu beton f'_c 17-28 MPa, β_1 yang digunakan harus 0,85 (pasal 10.2.7.3)

$$\rho_b = \frac{0,85\beta_1 \cdot f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 25}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) = 0,0271$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \rho_b = 0,75 \times 0,0282 = 0,0212$$

Mencari ρ_{\min} :

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\min} = \frac{1\sqrt{f'_c}}{4f_y} = \frac{1\sqrt{25}}{4 \times 400} = 0,00313$$

ρ_{\min} dipilih yang paling besar, yaitu 0,0035

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f'_c} = \frac{400}{0,85 \times 25} = 18,824$$

$$L_y = 230 \text{ cm}$$

$$L_x = 95 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{L_y}{L_x} = \frac{230}{95} = 2,42 > 2$$

Maka pelat *precast* ini direncanakan dengan tipe pelat searah (*one-way slab*)

Tulangan yang digunakan direncanakan menggunakan tulangan D8, ($A_s = 50,286 \text{ mm}^2$).

- a. Perhitungan desain penulangan untuk (*precast*)

$$M_{lx} = 115,87 \text{ kgm per m'} \quad (\text{kondisi 2})$$

$$M_{ly} = 79,66 \text{ kgm per m'} \quad (\text{kondisi 2})$$

$$M_{ty} = 71,54 \text{ kgm per m'} \quad (\text{kondisi 1})$$

- Momen lapangan arah (X)

$$M_{ux} = 115,87 \text{ kgm} = 0,116 \text{ tm} = 1158712,36 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1158712,36}{0,9} = 1287458,18 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9 (SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d^2} = \frac{1287458,18}{1000 \times 48^2} = 0,559$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18,824 \times 0,559}{400}} \right) = 0,0014$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}} = 0,0035$ dipakai ρ_{min} sehingga didapatkan tulangan sebesar :

Jarak Tulangan Utama :

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d_y = 0,0035 \times 1000 \times 48 = 168 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}\text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{\text{As perlu} / \text{As tulangan}} \\ &= \frac{1000}{168 / 50,286} \\ &= 299,3 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}\end{aligned}$$

Check Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned}\text{As pasang} &= \frac{\text{As Tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}} \\ &= \frac{50,286 \times 1000}{250} \\ &= 201,143 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{OK}\end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan lapangan sebesar = **D8-250**

- Momen lapangan arah (Y)

$$\text{Mu ly} = 79,661 \text{ kgm} = 0,080 \text{ tm} = 796614,75 \text{ Nmm}$$

$$\text{Mn} = \frac{Mn}{\phi} = \frac{796614,75}{0,9} = 885127,5 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9 (SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$\text{Rn} = \frac{\text{Mn}}{b \times d^2} = \frac{885127,5}{1000 \times 48^2} = 0.384$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times \text{Rn}}{f_y}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18,824 \times 0,384}{400}} \right) = 0,0010$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}} = 0,0035$ dipakai ρ_{min} sehingga didapatkan tulangan sebesar :

Jarak Tulangan Utama :

$$\text{As perlu} = \rho \times b \times d = 0,0035 \times 1000 \times 48 = 168 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000}{\text{As perlu} / \text{As tulangan}}$$

$$= \frac{1000}{168 / 50,286}$$

$$= 299,3 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}$$

Check Jarak Tulangan :

$$\text{As pasang} = \frac{\text{As Tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}}$$

$$= \frac{50,286 \times 1000}{250}$$

$$= 201,143 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{OK}$$

Maka digunakan tulangan lapangan sebesar = **D8-250**

- Momen tumpuan arah (Y)

$$\text{Mu ty} = 71,539 \text{ kgm} = 0,072 \text{ tm} = 715392 \text{ Nmm}$$

$$\text{Mn} = \frac{Mn}{\phi} = \frac{715392}{0,9} = 794880 \text{ Nmm}$$

Dimana faktor reduksi (ϕ) = 0,9 (SNI 2847-2013 ; 9.3.2.1)

$$\text{Rn} = \frac{\text{Mn}}{b \times d^2} = \frac{794880}{1000 \times 48^2} = 0.345$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times \text{Rn}}{f_y}} \right)$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18,824 \times 0,345}{400}} \right) = 0,0009$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}} = 0,0035$ dipakai ρ_{min} sehingga didapatkan tulangan sebesar :

Jarak Tulangan Utama :

$$\text{As perlu} = \rho \times b \times d_y = 0,0035 \times 1000 \times 48 = 168 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000}{\text{As perlu} / \text{As tulangan}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1000}{168 / 50,286} \\
 &= 299,3 \text{ mm} \approx 250 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Check Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned}
 \text{As pasang} &= \frac{\text{As Tulangan} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}} \\
 &= \frac{50,286 \times 1000}{250} \\
 &= 201,143 \text{ mm}^2 > \text{As perlu} \rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan tumpuan sebesar = **D8-250**

- Panjang penyaluran tulangan pada pelat :

$$L_{dh} > 8d_b = 8 \times 8 = 64 \text{ mm}$$

(SNI 2847-2013 ; 12.5.1)

$$L_{dh} > 150 \text{ mm}$$

(SNI 2847-2013 ; 12.5.1)

$$\begin{aligned}
 L_{dh} &= \frac{100 \times d_b}{\sqrt{f'c}} \times \frac{f_y}{400} \\
 &= \frac{100 \times 8}{\sqrt{25}} \times \frac{400}{400} = 160 \text{ mm} > 150 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

- b. Perhitungan desain penulangan untuk (topping)

$$M_{ty} = 141,62 \text{ kgm per m'} \quad (\text{kondisi 2})$$

- Momen tumpuan arah (Y)

$$M_{u \text{ ty}} = 141,62 \text{ kgm} = 0,142 \text{ tm} = 1416204 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{1416204}{0,9} = 1573560 \text{ Nmm}$$

Dimana $\phi = 0,9$ (SNI 2847-2013 ; pasal 9.3.2.1)

$$R_n = \frac{M_n}{b \times d_y^2} = \frac{1573560}{1000 \times 88^2} = 0.203$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times R_n}{f_y}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{18,824} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 18,824 \times 0,203}{400}} \right) = 0,0005$$

$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}} = 0,0035$ dipakai ρ_{min} sehingga didapatkan tulangan sebesar :

Jarak Tulangan Utama :

$$As_{\text{perlu}} = \rho \times b \times d_y = 0,0035 \times 1000 \times 88 = 308 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{As_{\text{perlu}} / As_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1000}{308 / 50,286} \\ &= 163,3 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

Check Jarak Tulangan :

$$\begin{aligned} As_{\text{pasang}} &= \frac{As_{\text{Tulangan}} \times 1000}{\text{Jarak Tulangan}} \\ &= \frac{50,286 \times 1000}{150} \\ &= 335,238 \text{ mm}^2 > As_{\text{perlu}} \rightarrow \text{OK} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan tumpuan sebesar = **D8-150**

- Perhitungan tulangan susut :

$$\begin{aligned} As &= \frac{0,0018.420.b.h}{f_y} \quad (\text{pasal 7.12}) \\ &= \frac{0,0018 \times 420 \times 1000 \times 120}{400} \\ &= 226,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000}{As_{\text{perlu}} / As_{\text{tulangan}}} \\ &= \frac{1000}{226,8 / 50,286} \\ &= 221,7 \text{ mm} \approx 200 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka digunakan tulangan susut sebesar = **D8-200**

- Panjang penyaluran tulangan pada pelat :

$$L_{dh} > 8d_b = 8 \times 8 = 64 \text{ mm}$$

(SNI 2847–2013 ; 12.5.1)

$$L_{dh} > 150 \text{ mm}$$

(SNI 2847–2013 ; 12.5.1)

$$L_{dh} = \frac{100 \times d_b}{\sqrt{f'_c}} \times \frac{f_y}{400}$$

$$= \frac{100 \times 8}{\sqrt{25}} \times \frac{400}{400} = 160 \text{ mm} > 150 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

Dengan perhitungan perencanaan tulangan seperti diatas didapatkan rekapitulasi yang dapat dilihat pada tabel 4.9 dan 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan
(*precast*)

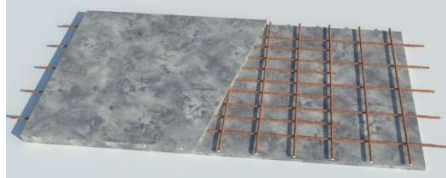
No	Type	Ukuran Plat		Mlx	Mly	Mty	Penyaluran	KET
		(cm)						
1	A	270	135	Ø8-250	Ø8-250	Ø8-250	16	Plat 1 Arah
2	B	285	135	Ø8-200	Ø8-200	Ø8-200	16	Plat 1 Arah
3	C	585	150	Ø8-250	Ø8-250	Ø8-250	16	Plat 1 Arah
4	D	600	150	Ø8-250	Ø8-250	Ø8-250	16	Plat 1 Arah
5	E	285	145	Ø8-200	Ø8-200	Ø8-200	16	Plat 1 Arah
6	F	290	145	Ø8-200	Ø8-200	Ø8-200	16	Plat 1 Arah
7	G	465	160	Ø8-250	Ø8-250	Ø8-250	16	Plat 1 Arah

Tabel 4.10 Rekapitulasi perhitungan perencanaan tulangan
(*topping*)

No	Type	Ukuran Plat		Mty	Tul. Susut	Penyaluran
		(cm)				
1	A	270	135	Ø8-150	Ø 8-200	16
2	B	285	135	Ø8-150	Ø 8-200	16
3	C	585	150	Ø8-150	Ø 8-200	16
4	D	600	150	Ø8-150	Ø 8-200	16
5	E	285	145	Ø8-150	Ø 8-200	16
6	F	290	145	Ø8-150	Ø 8-200	16
7	G	465	160	Ø8-150	Ø 8-200	16

Pada tabel 4.9 dan 4.10 merupakan hasil rekap desain tulangan yang digunakan untuk *half slab precast*.

Dari rekapitulasi data perencanaan tulangan yang digunakan maka dibuat gambaran umum rencana *half slab precast* yang dapat dilihat pada gambar 4.3 sebagai berikut:



Gambar 4.3 Contoh desain *half slab precast*

3. Perhitungan tulangan angkat pelat lantai

Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat *stripping*, *roating*, dan *storage* dengan asumsi umur beton pada saat pengangkatan adalah 3 hari :

$$\begin{aligned}\text{Koef beton} &= 0,4 \quad (\text{tabel 4.1.4 PBB1 1971}) \\ f'_{ci} &= \text{koef} \times f'_c \\ &= 0,4 \times 25 = 10\end{aligned}$$

Kondisi beton *crack* :

$$f'_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c} = 0,7 \times \sqrt{10} = 2,21 \text{ Mpa}$$

Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat *erection* dengan asumsi umur beton mencapai 28 hari :

Kondisi beton *crack* :

$$f'_r = 0,7 \times \sqrt{f'_c} = 0,7 \times \sqrt{25} = 3,5 \text{ Mpa}$$

a. Kontrol tegangan angkat pelat pada saat *stripping*

Longitudinal bending

Dengan menggunakan (*two point pick up*) sesuai dengan (PCI Design; 5.2.5)

Arah X (bentang pendek pada pelat *precast*)

$$\text{Koef} = 1,2 \quad (\text{PCI Design ; 5.2.1})$$

$$\begin{aligned}W &= \text{koef} \times t_{\text{precast}} \times b_j \text{ beton bertulang} \\ &= 1,2 \times 0,08 \times 2400 = 230,4 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

$$b/2 = 2,7/2 = 1,35 \text{ m}$$

$$15t = 15 \times 0,08 = 1,2 \text{ m}$$

Antara $b/2$ dan $15t$ dipilih yang paling kecil (PCI Design 5.2.5), yaitu : 1,2 m

$$Z = \frac{1}{6} \times (15t^2) \times d^2 = \frac{1}{6} \times 1.2 \times 0.08^2 = 0,00128 \text{ m}^3$$

Momen maksimum

$$M_x = 0,0107 \times w \times a^2 \times b = 0,0107 \times 230,4 \times 2,7 \times 1,35^2 = 24,262 \text{ kgm}$$

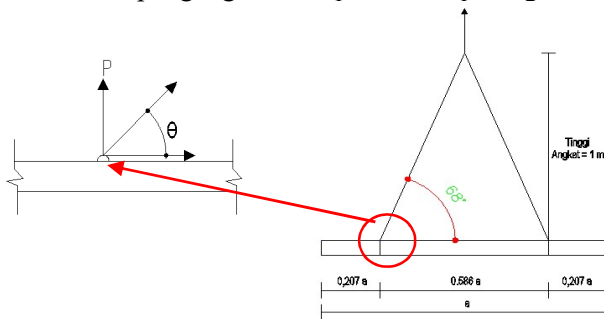
$$f_t = f_b$$

$$f_b = M_x / Z = 24,262 / 0,00128 = 18954,729 \text{ kg/m}^2 = 0,18954729 \text{ Mpa}$$

Check :

$$f_t = 0,18954729 \text{ Mpa} < f_r = 2,21 \text{ Mpa} \rightarrow \text{OK}$$

Momen akibat sudut pengangkatan (arah X). gambar sudut pengangkatan dapat dilihat pada gambar 4.4



Gambar 4.4 Sudut pengangkatan plat

Karena sudut yang terbentuk adalah 68° maka untuk mencari nilai F, dilakukan interpolasi pada tabel 4.11:

Tabel 4.11 Interpolasi

Sudut (θ)	F
60°	1.16
68°	1.10
75°	1.04

(PCI Design ; 5.2.7)

Dari interpolasi diatas didapat nilai F sebesar 1,10.

Perhitungan untuk momen pada saat eksentris

$$Y_c = y_t + 3'' = t/2 + 3'' = (0,08/2) + 0,076 = 0,1162 \text{ m}$$

dimana $1'' = 0,025 \text{ m}$

$$\begin{aligned} M_y &= \frac{P_{yc}}{\tan \theta} \\ &= \frac{(w.a.b)_{yc}}{\tan \theta} \\ &= \frac{(230,4 \times 2,7 \times 1,35) 0,1162}{\tan 68} \\ &= 39,429 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$M_{\text{total}} = 24,262 + 39,429 = 63,691 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} F_t &= M_{\text{total}}/Z \\ &= 63,691 / 0,00128 \\ &= 49758,293 \text{ kgm/m}^2 = 0,498 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

Check :

$$f_t = 0,498 \text{ Mpa} < f_{\text{maks}} (3 \text{ hari})$$

$$f_t = 0,0498 \text{ Mpa} < 2,214 \text{ Mpa} \rightarrow \text{OK}$$

b. Kontrol tegangan angkat pelat pada saat turning

$$b/4 = 2,7/4 = 0,675 \text{ m}$$

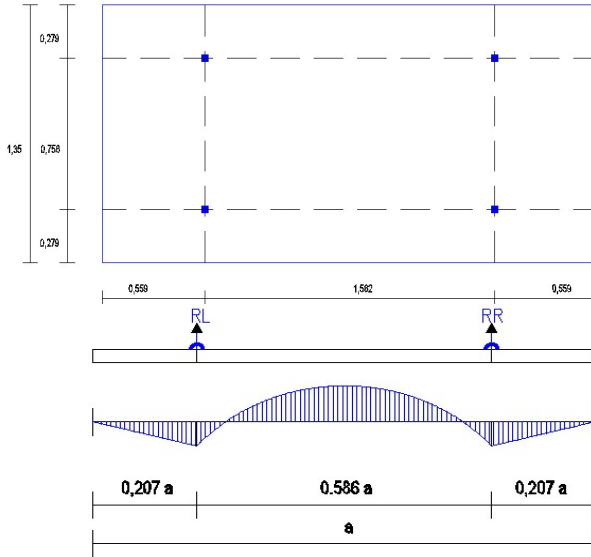
$$15t = 15 \times 0,08 = 1,2 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} W &= \text{koef} \times t_{\text{precast}} \times b_j \text{ beton bertulang} \times b/4 \\ &= 1 \times 0,08 \times 2400 \times 0,675 = 129,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Dimana koefisien = 1 (PCI Design ; 5.2.1)

$$\begin{aligned} Z &= \frac{1}{6} \times (15t)^2 \times d^2 = \frac{1}{6} \times 1,2 \times 0,08^2 \\ &= 0,00128 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jarak antar titik angkat dapat dilihat pada gambar 4.5 sebagai berikut :



Gambar 4.5 Jarak titik angkat dan momen pelat *precast*

$$\begin{aligned}
 \Sigma MR &= 0 \\
 &= RL \times 0,586a - 1/2w \{ (0,207a + 0,586a)^2 - 0,207^2 \} \\
 RL &= RR \\
 &= 85,206 \text{ kg} \\
 Ma &= 1/2 w \times 0,207a^2 \\
 &= (1/2 \times 129,6) \times (0,207 \times 1,35^2) \\
 &= 5,060 \text{ kgm} \\
 Mb \text{ maksimum} &= RL/w \\
 &= 85,206/129,6 \\
 &= 0,657 \text{ m} \\
 Mb &= RL (RL/w - 0,207a) - 1/2w \times (RL/w)^2 \\
 &= 85,206 (85,206/129,6 - 0,207 \times 1,35) \\
 &\quad - 1/2 \times 129,6 \times (85,206/129,6)^2 \\
 &= 4,199 \text{ kgm} \\
 fa &= Ma/Z \\
 &= 5,060/0,00128 \\
 &= 3953,432 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,04 \text{ Mpa} > 2,21 \text{ Mpa} \rightarrow \text{OK} \\
 f_b &= M_b/Z = 4,199/0,00128 \\
 &= 3280,080 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 0,03 \text{ Mpa} > 2,21 \text{ Mpa} \rightarrow \text{OK}
 \end{aligned}$$

Dimana, f maks (3 hari) = 2,21 Mpa

4. Perencanaan tulangan angker (stud) *precast*

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter angker} &= 8\text{mm} \\
 A_g &= 3,14 \times (8/2)^2 = 50,24 \text{ mm}^2 \\
 \text{Mutu baja } (f_y) &= 400 \text{ Mpa} \\
 W &= a \times b \times t \text{ precast} \times b_j \text{ beton bertulang} \\
 &= 2,7 \times 1,35 \times 0,08 \times 2400 \\
 &= 699,84 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban yang diterima sling (PCI Design ; 5.2.7)

$$\begin{aligned}
 T &= \frac{w \times F}{2} \\
 &= \frac{699,86 \times 1,10}{2} \\
 &= 383,512 \\
 T_{\text{stud}} &= A_g \times f_y \times \phi \\
 &= (50,24 \times 400 \times 0,75)/10 \\
 &= 1507,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

T terjadi = 383,512 kg < T_{stud} = 1507,2 kg \rightarrow OK

Sehingga diameter stud **D8** yang direncanakan mampu untuk menahan beban dari pelat *precast* pada saat pengangkatan.

5. Perencanaan kabel yang digunakan untuk pengangkatan

Beban yang bekerja pada pelat *precast*

Berat sendiri:

$$\begin{aligned}
 w &= a \times b \times t \text{ precast} \times b_j \text{ beton bertulang} \\
 &= 2,7 \times 1,35 \times 0,08 \times 2400 = 699,84 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Stud} &= 1\% \times w \\
 &= 1\% \times 699,84 = 6,998 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = 699,84 + 6,998 = 706,838 \text{ kg}$$

Beban ultimate :

$$\begin{aligned}
 w_{\text{ultimate}} &= 1,4 \times \text{berat total} \\
 &= 1,4 \times 706,838 = 989,574 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Beban ultimate yang dipikul tiap titik angkat adalah :
Dimana titik angkat ada 4 titik.

$$P = w/n$$

$$= 989,574/4 = 247,393 \text{ kg}$$

Kabel untuk pengangkatan:

Kabel strand (*seven wire*) (PCI Design ; 11.2.3)

Diameter $5/16 = 0,3125 \text{ in} = 7,9375 \text{ mm}$

$f_{pu} = 250 \text{ ksi} = 1723,75 \text{ Mpa}$

$A = 0,058 \text{ sq in}^2 = 37,41 \text{ mm}^2$

dimana :

$1 \text{ in} = 25,4 \text{ mm}$

$1 \text{ ksi} = 6,895 \text{ Mpa}$

$1 \text{ sq in} = 645 \text{ sq mm}$

Gaya yang harus dipikul satu strand (satu titik angkat) :

$$F1 \text{ strand} = A \times f_{pu}$$

$$= (37,41 \times 1723,75)/10 = 6448,55 \text{ kg}$$

Beban ijin untuk satu strand :

$$F \text{ ijin} = \frac{F1 \text{ strand}}{2}$$

$$= \frac{6448,55}{2}$$

$$= 3224,27 \text{ kg}$$

Check :

$$P = 247,39 \text{ kg} < F \text{ ijin } 3224,27 \text{ kg} \rightarrow \text{OK}$$

Jadi kabel strand yang direncanakan mampu untuk pengangkatan pelat *precast*.

Gambar desain *half slab precast* yang direncanakan dapat dilihat pada **lampiran**.

4.3.3 Perhitungan Volume Pekerjaan

Setelah desain yang direncanakan sudah selesai, maka pada point selanjutnya merupakan perhitungan volume item pekerjaan yang akan dikerjakan. Volume tersebut meliputi sebagai berikut :

1. *Half slab precast*

Pelat *precast* diadakan untuk pelaksanaan proyek dengan cara order ke instansi *supplier* beton pracetak. Perhitungan biaya pemesanan dihitung dengan satuan (m^2), sehingga perhitungan pelat *precast* yang direncanakan dihitung luasannya.

Dimana :

Tipe A

Panjang (p) = 2,7 m

Lebar (l) = 1,35 m

Tebal (tp) = 0,08 m

Jumlah unit per lantai = 8 unit

Luasan = p x l

= 2,7 x 1,35 = 3,65 m^2 (per unit)

Sehingga didapatkan rekapitulasi luasan untuk *half slab precast* yang dapat dilihat pada tabel 4.12 dibawah ini.

Tabel 4.12 Rekapitulasi luasan half slab precast (per lantai)

No	Tipe	Dimensi (m)		Tebal (m)	Luasan (m^2)	Jumlah pelat/lantai	Luas Total
a	b	c	d	b	$f = c \cdot d$	h	$j = f \cdot h$
1	A	2.7	1.35	0.08	3.645	8	29.16
2	B	2.85	1.35	0.08	3.8475	40	153.9
3	C	5.85	1.5	0.08	8.775	1	8.775
4	D	6	1.5	0.08	9	5	45
5	E	2.85	1.45	0.08	4.1325	4	16.53
6	F	2.9	1.45	0.08	4.205	56	235.48
7	G	4.65	1.6	0.08	7.44	1	7.44
Total						115	496.29

2. Topping plat

Pembesian untuk topping dilakukan pada area tumpuan dengan mengambil bentang terpendek untuk perhitungan panjang besinya. Contoh perhitungan akan diambil pada as (4-4') dengan bentang 2,85 m dengan as (H-G') dengan

bentang 2,7 m. Maka bentan yang diambil untuk perhitungan adalah 2,7 m = 270 cm

Volume pembesian untuk topping pelat lantai :

$$\begin{aligned} L/5 &= 2,7/5 \\ &= 0,54 \text{ m} = 54 \text{ cm} \end{aligned}$$

Panjang penyaluran yang sudah direncanakan :

$$= 0,16 \text{ m} = 16 \text{ cm}$$

Jarak tulangan tumpuan 15 cm

Sehingga jumlah besi untuk as (H-G')

$$\begin{aligned} \text{Jumlah besi} &= \frac{\text{bentang}}{\text{jarak tulangan}} \\ &= \frac{270}{15} \\ &= 18 \text{ batang} \end{aligned}$$

Panjang besi tumpuan dari tepi balok

$$\begin{aligned} &= L/5 + \text{panjang penyaluran} \\ &= 54 + 16 \\ &= 70 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sehingga besi yang dibutuhkan untuk as (H-G') adalah 18 batang dengan panjang 70cm.

Apabila ada 2 sisi berseberangan, maka panjang besi dihitung seberapa lebar dimensi balok yang diseberangi. Dari contoh perhitungan diatas dilakukan rakapitulasi kebutuhan besi untuk satu lantai pada arah tumpuan as horizontal maupun arah as vertikal. Rekapitulasi kebutuhan tulangan dapat dilihat pada tabel 4.13 dan tabel 4.14

Tabel 4.13 Rekapitulasi volume pembesian topping as vertikal

Tulangan Pokok (Vertikal)								
as	point	Bentang	Jarak	Jumlah batang	L/5 (cm)	Penyaluran (cm)	P total (m)	Ket.
2	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	18.9	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	18.9	vertikal
	G-F	1.5	0.15	10	30	16	8.1	vertikal
3	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
4	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G-F	1.5	0.15	10	30	16	12.7	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
4'	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
5	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G-F	1.5	0.15	10	30	16	12.7	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
5'	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
6	G-F	1.5	0.15	10	30	16	12.7	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
6'	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G-F	1.5	0.15	10	30	16	12.7	vertikal
7	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	E-D'	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	D'-D	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	D-C	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	C-B	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal

Tabel 4.13 Lanjutan

as	point	Bentang	Jarak	Jumlah batang	L/5 (cm)	Penyaluran (cm)	P total (m)	Ket.
7'	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	E-D'	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	D'-D	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	D-C	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
8	C-B	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	31.5	vertikal
	G-F	1.5	0.15	10	30	16	12.7	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	E-D'	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	D'-D	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	D-C	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	C-B	2.9	0.15	19	58	16	35.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	30.6	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	E-D'	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
9	D'-D	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	D-C	2.9	0.15	19	58	16	34.4	vertikal
	H-G'	2.7	0.15	18	54	16	18.9	vertikal
	G'-G	2.7	0.15	18	54	16	18.9	vertikal
	G-F	1.5	0.15	10	30	16	8.1	vertikal
	F-E'	2.9	0.15	19	58	16	21.1	vertikal
	E'-E	2.9	0.15	19	58	16	21.1	vertikal
							21.1	vertikal
							Total (m)	2121.6 m
							Luasan D8 (m2)	0.0000502 m2
							Volume (m3)	0.106590189 m3
							BJ besi (kg/m3)	8750 kg/m3
							Berat Total kg	932.66 kg

Tabel 4.14 Rekapitulasi volume pembesian topping as horizontal

as	point	Bentang	Jarak	Jumlah batang	L/5 (cm)	Penyaluran (cm)	P total (m)	Ket.
H	2-3	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	3-4	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	4-4'	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal

Tabel 4.14 Lanjutan

as	point	Bentang	Jarak	Jumlah batang	L/5 (cm)	Penyaluran (cm)	P total (m)	Ket.
	4'-5	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	5'-5'	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	5'-6	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	6'-6'	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	6'-7	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	7'-7'	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	7'-8	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	8'-8'	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
	8'-9	2.7	0.15	18	54	16	18.9	Horizontal
G'	2-3	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	3-4	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	4-4'	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	4'-5	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	5'-5'	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	5'-6	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	6'-6'	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	6'-7	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	7'-7'	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	7'-8	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	8'-8'	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
	8'-9	2.7	0.15	18	54	16	27.72	Horizontal
G	2-3	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	3-4	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	4-4'	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	4'-5	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	5'-5'	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	5'-6	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	6'-6'	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	6'-7	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	7'-7'	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	7'-8	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	8'-8'	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
	8'-9	2.7	0.15	18	54	16	24.3	Horizontal
F	2-3	2.7	0.15	18	57	16	24.84	Horizontal
	3-4	2.7	0.15	18	57	16	24.84	Horizontal
	4-4'	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	4'-5	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	5'-5'	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	5'-6	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	6'-6'	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	6'-7	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	7'-7'	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	7'-8	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	8'-8'	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal
	8'-9	2.85	0.15	19	58	16	26.41	Horizontal

Tabel 4.14 Lanjutan

as	point	Bentang	Jarak	Jumlah batang	L/5 (cm)	Penyaluran (cm)	P total (m)	Ket.
E'	3-4	2.7	0.15	18	58	16	28.26	Horizontal
	4-4'	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	4'-5	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	5-5'	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	5'-6	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	6-6'	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	6'-7	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	8-8'	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	8'-9	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
E	3-4	2.7	0.15	18	58	16	19.62	Horizontal
	4-4'	2.85	0.15	19	58	16	20.71	Horizontal
	4'-5	2.85	0.15	19	58	16	20.71	Horizontal
	5-5'	2.85	0.15	19	58	16	20.71	Horizontal
	5'-6	2.85	0.15	19	58	16	20.71	Horizontal
	6-6'	2.85	0.15	19	58	16	20.71	Horizontal
	6'-7	2.85	0.15	19	58	16	20.71	Horizontal
	7-7'	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	7-8	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	8-8'	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	8'-9	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
D'	7-7'	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	7-8	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
	8-8'	2.85	0.15	19	58	16	29.83	Horizontal
D	7-7'	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	7-8	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	8-8'	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	8'-9	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
C	7-7'	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	7-8	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	8-8'	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	8'-9	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
B	7-7'	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
	7-8	2.85	0.15	19	58	16	31.73	Horizontal
							2109.3 m	
							0.0000502 m2	
							0.105971734 m3	
							8750 kg/m3	
							927.25 kg	

3. Area khusus

Pada sub ini dinamakan area khusus karena pada area ini pelat lantai tidak dirubah /diganti dengan plat *precast* sehingga pengerjaannya dilakukan dengan cara cor ditempat. Pelaksanaa pengecoran dilakukan bersamaa

dengan pengecoran topping pelat *precast* dan balok. Dengan begitu dilakukan perhitungan volume bekisting, pembesian dan pengecoran.

Volume bekisting :

Diambil contoh pada area (1) untuk as (F-E':2-3)

Panjang (p) = 2,7 m

Lebar (l) = 1,78 m

Panjang dan lebar dihitung dari tepi balok.

Luas = p x l

$$= 2,7 \times 1,78$$

$$= 4,81 \text{ m}^2$$

Volume pembesian :

Panjang (p) = 2,7 m

Lebar (l) = 1,78 m

Bj besi = 8750 kg/m³

Pembesian 2 layer :

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan arah (p)} &= \left(\frac{P}{\text{jarak}} \right) \times l \times 2 \\ &= \left(\frac{2,7}{0,2} \right) \times 1,78 \times 2 \\ &= 48,06 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luasan D8} &= 3,14 \times 0,4^2 \\ &= 0,0000502 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume D8} &= 48,06 \times 0,0000502 \\ &= 0,00241 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat D8} &= 0,00241 \times 8750 \\ &= 21,087 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luasan D10} &= 3,14 \times 0,5^2 \\ &= 0,0000785 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume D8} &= 48,06 \times 0,0000785 \\ &= 0,00377 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat D10} &= 0,00241 \times 8750 \\ &= 33,0112 \text{ kg} \end{aligned}$$

Volume beton :

Diambil contoh pada area (1) untuk as (F-E':2-3)

Panjang (p) = 2,7 m

Lebar (l) = 1,78 m

Tebal plat (tp) = 0,12 m

Panjang dan lebar dihitung dari tepi balok.

$$\begin{aligned}\text{Luas} &= p \times l \times \text{tp} \\ &= 2,7 \times 1,78 \times 0,12 \\ &= 0,576 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Rekapitulasi dapat dilihat pada tabel 4.15 ; 4.16 dan 4.17

Tabel 4.15 Rekapitulasi volume bekisting

Bekisting				
Area	Dimensi (m)		Luas	Satuan
	P	L		
1	2.7	1.78	4.81	m ²
2	1.95	1	1.95	m ²
	1.75	1	1.75	m ²
3	1.95	1.26	2.46	m ²
	1.75	1.26	2.21	m ²
	1.7	1.26	2.14	m ²
4	2.85	0.7	2.00	m ²
5	2.85	0.7	2.00	m ²
Volume Total			19.30	m ²

Dari tabel 4.15 didapatkan volume total untuk pekerjaan bekisting pada area khusus adalah 19,30 m²

Tabel 4.16 Rekapitulasi volume pembesian

Pembesian					
Area	P	L	D8 - 200	D10-200	Satuan
a	b	c	d	e	
3	1.95	1.26	24.57	24.57	
	1.75	1.26	22.05	22.05	
	1.7	1.26	21.42	21.42	
4	2.85	0.7	19.95	19.95	
5	2.85	0.7	19.95	19.95	
Total			193.00	193.00	m
Luasan (D8) dan (D10)			0.0000502	0.0000785	m ²
Volume			0.00970	0.01515	m ³
BJ besi			8750	8750	kg/m ³
Berat Total			84.84	132.57	kg

Dari tabel 4.16 didapatkan volume total untuk pekerjaan Pembesian pada area khusus adalah 84,84 kg untuk besi ukuran D8 dan 132,57 kg untuk besi ukuran D10.

Tabel 4.17 Rekapitulasi volume beton

Volume Beton				
Area	P	L	Tebal (m)	Volume (m3)
a	b	c	d	b*c*d
1	2.7	1.78	0.12	0.57672
2	1.95	1	0.12	0.234
	1.75	1	0.12	0.21
3	1.95	1.26	0.12	0.29484
	1.75	1.26	0.12	0.2646
	1.7	1.26	0.12	0.25704
4	2.85	0.7	0.12	0.2394
5	2.85	0.7	0.12	0.2394
Total (m³)				2.316

Dari tabel 4.17 didapatkan volume total untuk pekerjaan beton pada area khusus adalah 2,316 m³.

4.3.4 Perhitungan Waktu Pelaksanaan

Perhitungan waktu pelaksanaan dihitung dari pekerjaan mulai dari penurunan/langsir komponen plat pracetak, kemudian pemasangan plat pracetak pada lokasi lantai yang direncanakan, sampai dengan proses pengecoran topping. Perhitungan ini mengacu pada HSPK 2015 kota Surabaya dan RSNI tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung. Perhitungan waktu pelaksanaan dapat dilihat pada perhitungan sebagai berikut :

1. Langsir 1 bh komponen plat pracetak

(koefisien pekerja berdasarkan SNI tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung)

Koefisien tenaga kerja meliputi :

Operator Tc (OP) = 0,019 OH

Pembantu operator TC (Po) = 0,019 OH

Tukang batu (Tb) = 0,038 OH

Pekerja (P) = 0,019 OH

Produktifitas tenaga kerja 1 grup (unit/hari)

Diasumsikan dalam pemasangan yang paling berpengaruh adalah pekerja, sehingga produktivitas yang bisa

dikerjakan untuk langsir komponen plat pracetak dengan 1 grup dalam 1 hari adalah :

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{\text{koef pekerja}} \right) \times 1 \text{ hari} &= \left(\frac{1}{0,019} \right) \times 1 \text{ hari} \\ &= 52,63 \text{ unit/hari} \\ &\approx 53 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Sumber daya grup yang dibutuhkan dalam 1 hari :
(berdasarkan ketentuan SNI)

Operator TC (OP)	= (koef OP/koef P)
	= (0,019/0,019)
	= 1 orang
Pembantu operator TC (Po)	= (koef Po/koef P)
	= (0,019/0,019)
	= 1 orang
Tukang batu (Tb)	= (koef Tb/koef P)
	= (0,038/0,019)
	= 2 orang
Pekerja (P)	= (koef P/koef P)
	= (0,019/0,019)
	= 1 orang

Sehingga tenaga kerja yang dibutuhkan untuk langsir 1 buah komponen pelat adalah :

Operator Tc (OP)	= 1 orang
Pembantu operator TC (Po)	= 1 orang
Tukang batu (Tb)	= 2 orang
Pekerja (P)	= 1 orang

Plat precast yang dibutuhkan dalam 1 lantai adalah 115 unit.

Waktu yang dibutuhkan untuk langsir plat precast dari truk pengangkut ke area dropping material adalah :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas per hari} \times \text{tenaga kerja}} \\ &= \frac{115}{53 \text{ unit/hari} \times 1 \text{ pekerja}} \end{aligned}$$

$$= 2,16 \text{ hari}$$

$$\approx 2 \text{ hari}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk langsir plat pracetak dalam 1 lantai dengan menggunakan 1 grup tenaga kerja membutuhkan waktu **2 hari**. Dengan syarat material yang datang ke lokasi proyek adalah 53 unit plat *precast*.

2. Ereksi 1 buah komponen plat pracetak
(koefisien pekerja berdasarkan SNI tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung)

Koefisien tenaga kerja meliputi :

$$\text{Operator Tc (OP)} = 0,067 \text{ OH}$$

$$\text{Pembantu operator TC (Po)} = 0,067 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor (M)} = 0,067 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang (Kt)} = 0,067 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang ereksi (Te)} = 0,134 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang batu (Tb)} = 0,067 \text{ OH}$$

$$\text{Pekerja (P)} = 0,067 \text{ OH}$$

Diasumsikan dalam pemasangan yang paling berpengaruh adalah pekerja, sehingga produktivitas yang bisa dikerjakan untuk ereksi plat pracetak dengan 1 grup dalam 1 hari adalah:

$$\begin{aligned} \left(\frac{1}{\text{koef pekerja}} \right) \times 1 \text{ hari} &= \left(\frac{1}{0,067} \right) \times 1 \text{ hari} \\ &= 14,925 \text{ unit/hari} \\ &\approx 15 \text{ unit/hari} \end{aligned}$$

Sumber daya grup yang dibutuhkan dalam 1 hari :
(berdasarkan ketentuan SNI)

$$\begin{aligned} \text{Operator TC (Op)} &= (\text{koef OP/koef P}) \\ &= (0,067/0,067) \\ &= 1 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pembantu operator TC (Po)} &= (\text{koef Po/koef P}) \\ &= (0,067/0,067) \\ &= 1 \text{ orang} \end{aligned}$$

Mandor (M)	= (koef M/koef P)
	= (0,067/0,067)
	= 1 orang
Kepala tukang (Kt)	= (koef Kt/Koef P)
	= (0,067/0,067)
	= 1 orang
Tukang ereksi (Te)	= (koef Te/koef P)
	= (0,134/0,067)
	= 2 orang
Tukang batu (Tb)	= (koef Tb/koef P)
	= (0,067/0,067)
	= 2 orang
Pekerja (P)	= (koef P/koef P)
	= (0,067/0,067)
	= 1 orang

Sehingga tenaga kerja yang dibutuhkan untuk ereksi komponen pelat pracetak adalah :

Operator Tc (OP)	= 1 orang
Pembantu operator TC (Po)	= 1 orang
Mandor (M)	= 1 orang
Kepala tukang (Kt)	= 1 orang
Tukang ereksi (Te)	= 2 orang
Tukang batu (Tb)	= 1 orang
Pekerja (P)	= 1 orang

Plat precast yang dibutuhkan dalam 1 lantai adalah 115 unit.

Waktu yang dibutuhkan untuk ereksi atau pemasangan plat precast adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas per hari}} \\
 &= \frac{115}{15 \text{ unit/hari} \times 1 \text{ pekerja}} \\
 &= 7,67 \text{ hari} \\
 &\approx 8 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk ereksi/memasang plat pracetak dalam 1 lantai dengan menggunakan 1 grup tenaga kerja membutuhkan waktu **8 hari**.

3. Pemasangan bekisting plywood (area khusus)
(Koefisien pekerja berdasarkan HSPK 2015 kota Surabaya)

Koefisien tenaga kerja meliputi :

$$\text{Mandor (M)} = 0,0330 \text{ OH}$$

$$\text{Kepala tukang (Kt)} = 0,0330 \text{ OH}$$

$$\text{Tukang Kayu (Tk)} = 0,330 \text{ OH}$$

$$\text{Pekerja (P)} = 0,66 \text{ OH}$$

Diasumsikan dalam pemasangan yang paling berpengaruh adalah tukang kayu, sehingga produktivitas yang bisa dikerjakan untuk 1 grup dalam 1 hari adalah:

$$\left(\frac{1}{\text{koef pekerja}} \right) \times 1 \text{ hari} = \left(\frac{1}{0,66} \right) \times 1 \text{ hari}$$

$$= 3.030 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Sumber daya grup yang dibutuhkan dalam 1 hari :
(berdasarkan HSPK 2015 kota Surabaya)

$$\begin{aligned} \text{Mandor (M)} &= (\text{koef M/koef Tk}) \\ &= (0,0330/0,66) \end{aligned}$$

$$= 0,05 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang (Kt)} &= (\text{koef Kt/Koef Tk}) \\ &= (0,0330/0,66) \end{aligned}$$

$$= 0,05 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang Kayu (Tk)} &= (\text{koef Tk/koef Tk}) \\ &= (0,330/0,66) \end{aligned}$$

$$= 0.5 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja (P)} &= (\text{koef P/koef Tk}) \\ &= (0,66/0,66) \end{aligned}$$

$$= 1 \text{ orang}$$

Jadi untuk 1 grup kerja untuk pekerjaan bekisting adalah

$$\text{Mandor (M)} = 0,05 \text{ orang}$$

$$\approx 1 \text{ orang}$$

$$\text{Kepala tukang (Kt)} = 0,05 \text{ orang}$$

$$\approx 1 \text{ orang}$$

Tukang Kayu (Tk)	= 0,5 orang
	≈ 10 orang
Pekerja (P)	= 1 orang
	≈ 20 orang

Jadi untuk satu grup kerja dengan 0.05 mandor dengan 1 pekerja mampu memproduksi 3.030 m²/hari.

Sedangkan untuk grup kerja dengan 1 mandor dengan 20 pekerja mampu memproduksi :

$$3.030 \text{ m}^2/\text{hari} \times 20 \text{ pekerja} = 60,6 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Volume bekisting area khusus dalam 1 lantai} = 19,30 \text{ m}^2.$$

Waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan bekisting untuk area khusus adalah :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas per hari}} \\ &= \frac{19.30}{3.030 \text{ m}^2 \text{ per hari} \times 20 \text{ pekerja}} \\ &= 0.32 \text{ hari} \\ &\approx 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan bekisting pada area khusus dalam 1 lantai dengan menggunakan 1 grup tenaga kerja membutuhkan waktu **1 hari**.

4. Pekerjaan Pembesian (topping dan area khusus)
(koefisien pekerja berdasarkan HSPK 2015 kota Surabaya)

Koefisien tenaga kerja meliputi :

Mandor (M)	= 0,0004 OH
Kepala tukang (Kt)	= 0,0007 OH
Tukang Besi (Tbs)	= 0,007 OH
Pekerja (P)	= 0,007 OH

Diasumsikan dalam pemasangan yang paling berpengaruh adalah tukang besi, sehingga produktivitas yang bisa dikerjakan untuk pekerjaan pengecoran dengan 1 grup dalam 1 hari adalah:

$$\left(\frac{1}{\text{koef pekerja}}\right) \times 1 \text{ hari} = \left(\frac{1}{0,007}\right) \times 1 \text{ hari}$$

$$= 142,857 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Sumber daya grup yang dibutuhkan dalam 1 hari :
(berdasarkan HSPK 2015 kota Surabaya)

$$\begin{aligned} \text{Mandor (M)} &= (\text{koef M/koef Tbs}) \\ &= (0,0004/0,007) \\ &= 0,6 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang (Kt)} &= (\text{koef Kt/Koef Tbs}) \\ &= (0,0007/0,007) \\ &= 0,10 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang Batu (Tbt)} &= (\text{koef Tk/koef Tbs}) \\ &= (0,007/0,007) \\ &= 1 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja (P)} &= (\text{koef P/koef Tbs}) \\ &= (0,007/0,007) \\ &= 1 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jadi untuk 1 grup kerja untuk pekerjaan pengecoran adalah

$$\begin{aligned} \text{Mandor (M)} &= 0,6 \text{ orang} \\ &\approx 1 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang (Kt)} &= 0,10 \text{ orang} \\ &\approx 2 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang Kayu (Tk)} &= 1 \text{ orang} \\ &\approx 17 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja (P)} &= 1 \text{ orang} \\ &\approx 17 \text{ orang} \end{aligned}$$

Jadi untuk satu grup kerja dengan 0.06 mandor dengan 1 pekerja mampu memproduksi 142,857 kg/hari.

Sedangkan untuk grup kerja dengan 1 mandor dengan 17 pekerja mampu memproduksi

$$142,857 \text{ kg/hari} \times 17 \text{ pekerja} = 2428,571 \text{ kg/hari}$$

Volume besi untuk topping dan area khusus dalam 1 lantai
= 2077,33 kg.

Waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan bekisting untuk area khusus adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas per hari}} \\
 &= \frac{2077,33 \text{ kg}}{142,857 \text{ kg per hari} \times 18 \text{ pekerja}} \\
 &= 0.86 \text{ hari} \\
 &\approx 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pembesian topping dan area khusus dalam 1 lantai dengan menggunakan 1 grup tenaga kerja membutuhkan waktu **1 hari**.

5. Pekerjaan Pengecoran beton ready mix $f'c = 25 \text{ Mpa}$ (topping dan area khusus)
(koefisien pekerja berdasarkan HSPK 2015 kota Surabaya)

Koefisien tenaga kerja meliputi :

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor (M)} &= 0,0830 \text{ OH} \\
 \text{Kepala tukang (Kt)} &= 0,0280 \text{ OH} \\
 \text{Tukang Beton (Tbt)} &= 0,275 \text{ OH} \\
 \text{Pekerja (P)} &= 1,65 \text{ OH}
 \end{aligned}$$

Diasumsikan dalam pemasangan yang paling berpengaruh adalah tukang batu, sehingga produktivitas yang bisa dikerjakan untuk pekerjaan pengecoran dengan 1 grup dalam 1 hari adalah:

$$\begin{aligned}
 \left(\frac{1}{\text{koef pekerja}} \right) \times 1 \text{ hari} &= \left(\frac{1}{0,275} \right) \times 1 \text{ hari} \\
 &= 3.64 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

Sumber daya grup yang dibutuhkan dalam 1 hari :
(berdasarkan HSPK 2015 kota Surabaya)

$$\begin{aligned}
 \text{Mandor (M)} &= (\text{koef M/koef Tbt}) \\
 &= (0,0830/0,275) \\
 &= 0,3 \text{ orang} \\
 \text{Kepala tukang (Kt)} &= (\text{koef Kt/Koef Tbt}) \\
 &= (0,0280/0,275) \\
 &= 0,1 \text{ orang}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang Batu (Tbt)} &= (\text{koef Tk/koef Tbt}) \\ &= (0,275/0,275) \\ &= 1 \text{ orang}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pekerja (P)} &= (\text{koef P/koef Tbt}) \\ &= (0,165/0,275) \\ &= 6 \text{ orang}\end{aligned}$$

Jadi untuk 1 grup kerja untuk pekerjaan pengecoran adalah
Mandor (M)

$$\begin{aligned}&= 0.3 \text{ orang} \\ &\approx 1 \text{ orang}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kepala tukang (Kt)} &= 0.1 \text{ orang} \\ &\approx 1 \text{ orang}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Tukang Kayu (Tk)} &= 1 \text{ orang} \\ &\approx 3 \text{ orang}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pekerja (P)} &= 6 \text{ orang} \\ &\approx 18 \text{ orang}\end{aligned}$$

Jadi untuk satu grup kerja dengan 0.3 mandor dengan 6 pekerja mampu memproduksi 3.64 m³/hari.

Sedangkan untuk grup kerja dengan 1 mandor dengan 18 pekerja mampu memproduksi :

$$3.64 \text{ m}^3/\text{hari} \times 18 \text{ pekerja} = 65,45 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Volume beton untuk topping dan area khusus dalam 1 lantai = 22,167m³.

Waktu yang dibutuhkan untuk pemasangan bekisting untuk area khusus adalah :

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas per hari}} \\ &= \frac{22,167}{3.64 \text{ m}^3 \text{ per hari} \times 18 \text{ pekerja}} \\ &= 0.34 \text{ hari} \\ &\approx 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

Sehingga waktu yang dibutuhkan untuk pengecoran topping dan area khusus dalam 1 lantai dengan menggunakan 1 grup tenaga kerja membutuhkan waktu **1 hari**.

Perhitungan durasi pengerjaan untuk pekerjaan plat *precast* untuk 1 lantai kemudian direkap dalam tabel. Hasil rekapitulasi durasi pekerjaan plat lantai dengan menggunakan *precast* dapat dilihat pada tabel 4.18 sebagai berikut :

Tabel 4.18 Rekapitulasi durasi pekerjaan plat lantai menggunakan plat *precast*

No	Jenis Pekerjaan	Kebutuhan Tenaga Kerja							Volume	Satuan	Durasi (hari)
		Op	Po	M	Kt	Te	T	P			
a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m=k/j
1	Langsir komponen plat pracetak	1	1	-	-	-	2	1	115	unit	2
2	Ereksi komponen plat pracetak	1	1	1	1	2	1	1	115	unit	7
3	Pekerjaan pembesian plat (topping + area khusus)	-	-	1	2	-	17	17	2077.33	kg	0.86
4	Pekerjaan bekisting plat (area khusus)	-	-	1	1	-	10	20	19.30	m ²	0.32
5	Pekerjaan pengecoran	-	-	1	1	-	3	18	22.167	m ³	0.32
Total Durasi									10		

4.3.5 Perhitungan Biaya Pekerjaan

Tahap lanjutan pada proses setelah perhitungan durasi pekerjaan adalah perhitungan biaya pekerjaan plat lantai *precast*. Perhitungan biaya meliputi pekerjaan yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Perhitungan biaya berdasarkan HSPK 2015 kota Surabaya. Rincian harga tenaga kerja kota Surabaya dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Daftar harga tenaga kerja

Daftar Harga			
No	Tenaga / Bahan	Harga Satuan	Satuan
1	pekerja	99000	OH
2	tukang	105000	OH
3	kepala tukang	110000	OH
4	mandor	120000	OH
5	operator	120000	OH
6	pembantu operator	110000	OH

Rincian harga tenaga pada tabel 4.19 nantinya akan digunakan untuk menghitung analisa harga satuan untuk pekerjaan *half slab precast*. Sedangkan rincian biaya sewa alat tower crane dapat dilihat pada tabel 4.20 sebagai berikut :

Tabel 4.20 Rincian biaya sewa tower crane

Daftar Harga		
No	Tower Crane	Harga
1	biaya pondasi + angkur	100000000
2	biaya sewa TC	80000000
3	Biaya erection dan dismantling	80000000
4	biaya mobilisasi + demobilisasi	80000000
5	biaya listrik kerja	30000000
6	biaya asuransi alat	2000000
7	biaya perjanjian disnaker	1000000
8	biaya/bulan	373000000
Biaya per hari = biaya per bulan/30 hari		12433333

Setelah didapatkan data biaya tenaga kerja dan alat yang digunakan untuk pekerjaan plat lantai kemudian melakukan perhitungan analisa harga satuan item pekerjaan dengan mengacu pada harga HSPK 2015 kota Surabaya. Analisa harga satuan untuk item pekerjaan yang sudah direncanakan dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Analisa harga satuan pekerjaan

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga (Rp)
1	Ereksi 1 bh komponen plat pracetak				
	Sewa crane	Unit/hr	0.067	12433333	833033
	Solar	Ltr	6.676	6450	43060.2
	Sewa pipe support	Bh/hr	1.1	3500	3850
	Operator crane	OH	0.067	120000	8040
	Pembantu operator crane	OH	0.067	110000	7370
	Pekerja	OH	0.067	99000	6633
	Tukang batu	OH	0.067	105000	7035
	Tukang ereksi	OH	0.134	105000	14070
	Kepala tukang	OH	0.067	110000	7370
	Mandor	OH	0.067	120000	8040
					938502

Tabel 4.21 Lanjutan

No	Jenis Pekerjaan	Satuan	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah harga (Rp)
2	Langsir 1 bh komponen plat pracetak				
	Sewa crane	Unit/hr	0.019	12433333	236233
	Solar	Ltr	1.897	6450	12235.65
	Operator crane	OH	0.019	120000	2280
	Pembantu operator crane	OH	0.019	110000	2090
	Tukang batu	OH	0.038	105000	3990
	Pekerja	OH	0.019	99000	1881
					258710
3	pekerjaan pembesian				
	Material :				
	Besi beton	kg	1.050	12000	12,600
	Kawat beton	kg	0.015	23000	345
	mandor	OH	0.0004	120000	48.000
	kepala tukang	OH	0.0007	110000	77.000
	tukang	OH	0.007	105000	735.000
	pembatu tukang	OH	0.007	99000	693.000
					14,498
4	Pekerjaan bekisting lantai				
	Material :				
	paku triplek/eternit	kg	0.400	22000	8,800
	plywood	lembar	0.350	93000	32,550
	kayu kamper balok 4/6 5/7	m3	0.015	6400000	96,000
	kayu meranti	m3	0.040	3200000	128,000
	miyak bekisting	liter	0.200	28300	5,660
	mandor	OH	0.0330	120000	3,960
	kepala tukang	OH	0.0330	110000	3,630
	tukang	OH	0.330	105000	34,650
	pembatu tukang	OH	0.66	99000	65,340
					378,590
5	Beton ready mix Fe'= 25 Mpa				
	Material :				
	Beton ready mix Fe'= 25 Mpa	m3	1.040	700000	728,000
	Material Bantu	Ls	1.000	15000	15,000
	- Curing Compound	Ltr	0.067		
	- Bonding Agent	Ltr	0.075		
	- Plasticiser/Additive	Ltr	0.175		
	mandor	OH	0.0830	120000	9,960
	kepala tukang	OH	0.0280	110000	3,080
	pembantu tukang	OH	0.275	105000	28,875
	pembantu tukang	OH	1.650	105000	173,250
					958,165

Analisa harga satuan yang ada pada tabel 4.21 digunakan untuk menghitung biaya pelaksanaan untuk pekerjaan plat lantai alternatif dengan menggunakan *half slab precast*.

4.3.6 Analisa Biaya dan Nilai

Pada tahap ini merupakan dengan membuat tabel analisis fungsi pekerjaan plat lantai dari mulai desain awal dan desain alternatif yang direncanakan. Analisis yang dibuat nantinya akan juga memberikan informasi tentang perbandingan antara desain awal dan alternatif yang diusulkan. Dari fungsi dan informasi tersebut nantinya akan dibandingkan antara nilai *cost* dan *worth*. Nilai *cost* dan *worth* yang dihasilkan apabila lebih dari 1, maka bisa dibilang ada peningkatan nilai didalamnya. Analisa *cost/worth* dapat dilihat pada tabel 4.22.

Tabel 4.22 Analisa cost dan worth

No	Uraian	Kata kerja	Fungsi Kata Benda	Jenis	Cost	worth
1	Bekisting	mencetak	plat	primer	761,930,867	11,708,760
2	Tulangan	menyalurkan	beban	primer	321,838,022	85,783,198
3	Beton	menerima	beban	primer	390,008,136	99,744,433
4	Plat precast	menerima	beban	primer		1,163,341,367
Total					1,473,777,026	1,360,577,758
Cost/Worth					1	1.1

Dilihat dari tabel 4.22 diatas, hasil *cost/worth* 1,1 atau >1 . Maka bisa dikatakan alternatif yang diusulkan menunjukkan adanya suatu penghematan, walau penghematan yang dihasilkan tidak begitu besar.

4.4 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan tahap pengembangan hasil analisis dari tahap sebelumnya. Tahap ini menginput data dari tahapan sebelumnya yang selanjutnya diproses dengan melakukan perhitungan *life cycle cost* (LCC). Analisa *life cycle cost* ini bertujuan untuk menganalisa pekerjaan alternatif berdasarkan biaya yang terjadi selama umur bangunan. Karena item yang dianalisis adalah pekerjaan struktur plat lantai, maka pada analisa ini tidak diperlukan biaya operasional,

penggantian, nilai sisa, serta biaya *maintenance* atau perawatan selama umur bangunan. Pada fase ini akan menampilkan besar biaya yang dikeluarkan alternatif desain, mulai dari biaya *redesign*, biaya pemesanan sampai dengan biaya pelaksanaan. Selain biaya alternatif, pada tahap ini juga akan dimunculkan besar biaya eksisting yang dikeluarkan untuk item pekerjaan plat lantai yang nantinya akan digunakan sebagai pembandingan untuk mengetahui besar peningkatan atau penghematan biaya didapatkan.

4.4.1 Biaya Awal Pekerjaan Plat Lantai

Pada point ini akan menampilkan besaran biaya awal (*initial cost*) pekerjaan pelat lantai untuk lantai 5 sampai dengan lantai 9. Biaya tersebut meliputi biaya bekisting, biaya pembesian, dan biaya pengecoran. Biaya ini didapat dari rencana anggaran yang dikeluarkan oleh pihak kontraktor selama proses pengerjaan. Analisa harga satuan pekerjaan plat lantai eksisting dapat dilihat pada lampiran. Perhitungan biaya pekerjaan plat lantai eksisting dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Perhitungan pekerjaan plat lantai (eksisting)

No	Kode	Jenis Pekerjaan	Sat.	Volume	Harga Satuan	Jumlah
a	b	c	d	e	f	e*f
1	Lt. 5	Bekisting	m ²	1,255.92	121,334	152,386,173
		Pembesian	kg	7,793.63	8,259	64,367,604
		Beton (F'c 25 Mpa)	m ³	97.75	798000	78,001,627
2	Lt. 6	Bekisting	m ²	1,255.92	121,334	152,386,173
		Pembesian	kg	7,793.63	8,259	64,367,604
		Beton (F'c 25 Mpa)	m ³	97.75	798000	78,001,627
3	Lt. 7	Bekisting	m ²	1,255.92	121,334	152,386,173
		Pembesian	kg	7,793.63	8,259	64,367,604
		Beton (F'c 25 Mpa)	m ³	97.75	798000	78,001,627
4	Lt. 8	Bekisting	m ²	1,255.92	121,334	152,386,173
		Pembesian	kg	7,793.63	8,259	64,367,604
		Beton (F'c 25 Mpa)	m ³	97.75	798000	78,001,627
5	Lt. 9	Bekisting	m ²	1,255.92	121,334	152,386,173
		Pembesian	kg	7,793.63	8,259	64,367,604
		Beton (F'c 25 Mpa)	m ³	97.75	798000	78,001,627
Biaya Pekerjaan Plat Lantai (Eksisting)						1,473,777,026

Dari tabel diatas didapatkan biaya pekerjaan plat lantai eksisting sebesar Rp 1.473.777.026,-.

4.4.2 Perhitungan Biaya Half Slab Precast (Alternatif)

Pada perhitungan biaya alternatif selain biaya pemesanan item dan biaya konstruksi, terdapat juga biaya *redesign*. Biaya *redesign* ini digunakan sebagai *fee* yang diberikan untuk konsultan VE. Besar *fee* atau biaya untuk *redesign* ini diasumsikan 10% dari besar penghematan biaya konstruksi item pekerjaan plat lantai yaitu sebesar Rp 11.319.927,-. Perhitungan biaya yang dikeluarkan untuk *fee* dapat dilihat pada tabel 4.24

Tabel 4.24 Biaya Redesign

Biaya Redesign			
Proyek	Pembangunan Yello Hotel, Surabaya		
Lokasi	Jl. Jemursari, Surabaya		
Item	Pekerjaan Plat Lantai (Lt. 5 s/d Lt. 9)		
alterantif	Half slab precast		
Fee konsultan VE			
No	Penghematan Biaya	persentase (%)	Fee Redesign
	a	b	c= a*b
1	Rp 113,199,268	10	Rp 11,319,927

Perhitungan biaya ini berbeda halnya dengan plat eksisting, karena sebagian komponen struktur dibuat dipabrik dan nantinya dikirim ke lokasi proyek. Biaya pemesanan *half slab precast* tiap unit dapat dilihat pada tabel 4.25

Tabel 4.25 Biaya pemesanan half slab precast

No	Tipe	Dimensi (m)		Luasan (m2)	Total Lt 5-9	Harga Half Slab Precast (m2)	Harga Total HS
a	b	c	d	e=c*d	f	g	h=c*f*g
1	A	2.7	1.35	3.645	40	Rp 174,000.00	Rp 25,369,200
2	B	2.85	1.35	3.8475	200	Rp 174,000.00	Rp 133,893,000
3	C	5.85	1.5	8.775	5	Rp 174,000.00	Rp 7,634,250
4	D	6	1.5	9	25	Rp 174,000.00	Rp 39,150,000
5	E	2.85	1.45	4.1325	20	Rp 174,000.00	Rp 14,381,100
6	F	2.9	1.45	4.205	280	Rp 174,000.00	Rp 204,867,600
7	G	4.65	1.6	7.44	5	Rp 174,000.00	Rp 6,472,800
Total					575	Jumlah	Rp 431,767,950
						PPN 10%	Rp 43,176,795
						Total	Rp 474,944,745

Setelah biaya pemesanan plat *precast* sudah diketahui yaitu sebesar Rp 474.944.745,-, maka yang perlu dihitung selanjutnya merupakan biaya pelaksanaan yang meliputi langsir, ereksi dan pemasangan ke area lantai yang akan di *precast*, pemasangan besi untuk topping, pekerjaan bekisting pada area khusus yang tidak di *precast*, dan yang terakhir pekerjaan pengecoran topping dengan *cast in-situ*. Perhitungan biaya tersebut kemudian dilakukan rekapitulasi yang dapat dilihat pada tabel 4.26

Tabel 4.26 Biaya pekerjaan *half slab precast*

No.	Detail Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga
a	b	c	d	e	c*e
A	Pekerjaan Langsir Plat Precast				
1	Lantai 5	115	unit	Rp 258,710	Rp 29,751,648.08
2	Lantai 6	115	unit	Rp 258,710	Rp 29,751,648.08
3	Lantai 7	115	unit	Rp 258,710	Rp 29,751,648.08
4	Lantai 8	115	unit	Rp 258,710	Rp 29,751,648.08
5	Lantai 9	115	unit	Rp 258,710	Rp 29,751,648.08
Jumlah Biaya					Rp 148,758,240.42
B	Pekerjaan Ereksi dan pemasangan Plat Precast				
1	Lantai 5	115	unit	Rp 938,502	Rp 107,927,676.33
2	Lantai 6	115	unit	Rp 938,502	Rp 107,927,676.33
3	Lantai 7	115	unit	Rp 938,502	Rp 107,927,676.33
4	Lantai 8	115	unit	Rp 938,502	Rp 107,927,676.33
5	Lantai 9	115	unit	Rp 938,502	Rp 107,927,676.33
Jumlah Biaya					Rp 539,638,381.67
C	Pekerjaan Pembesian Topping				
1	Lantai 5	2077.33	kg	Rp 8,259	Rp 17,156,639.59
2	Lantai 6	2077.33	kg	Rp 8,259	Rp 17,156,639.59
3	Lantai 7	2077.33	kg	Rp 8,259	Rp 17,156,639.59
4	Lantai 8	2077.33	kg	Rp 8,259	Rp 17,156,639.59
5	Lantai 9	2077.33	kg	Rp 8,259	Rp 17,156,639.59
Jumlah Biaya					Rp 85,783,197.94
D	Pekerjaan Bekisting (area khusus)				
1	Lantai 5	19.30	m ²	Rp 121,334	Rp 2,341,751.98
2	Lantai 6	19.30	m ²	Rp 121,334	Rp 2,341,751.98
3	Lantai 7	19.30	m ²	Rp 121,334	Rp 2,341,751.98
4	Lantai 8	19.30	m ²	Rp 121,334	Rp 2,341,751.98
5	Lantai 9	19.30	m ²	Rp 121,334	Rp 2,341,751.98
Jumlah Biaya					Rp 11,708,759.91

Tabel 2.26 Lanjutan

No.	Detail Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan	Harga
a	b	c	d	e	c*e
E Pekerjaan Pengecoran					
1	Lantai 5	22.17	m ²	Rp 899,920	Rp 19,948,886.61
2	Lantai 6	22.17	m ²	Rp 899,920	Rp 19,948,886.61
3	Lantai 7	22.17	m ²	Rp 899,920	Rp 19,948,886.61
4	Lantai 8	22.17	m ²	Rp 899,920	Rp 19,948,886.61
5	Lantai 9	22.17	m ²	Rp 899,920	Rp 19,948,886.61
Jumlah Biaya					Rp 99,744,433.04
Total Biaya Keseluruhan					Rp 885,633,012.97

Dari hasil yang didapatkan pada tabel diatas untuk biaya pelaksanaan sebesar Rp 885.633.012,-, sehingga dapat disimpulkan bahwa *life cycle cost* dari alternatif pekerjaan plat lantai dengan menggunakan half slab precast dapat dilihat pada tabel 4.27

Tabel 4.27 Analisa Life Cycle Cost

<i>Life Cycle Cost</i>			
Proyek	Pembangunan Yello Hotel, Surabaya		
Lokasi	Jl. Jemursari, Surabaya		
Item	Pekerjaan Plat Lantai (Lt. 5 s/d Lt. 9)		
	Present Value	Eksisting	Alternatif
Initial Cost	biaya konstruksi	Rp 1,473,777,026	Rp 1,360,577,758
	biaya redesign	Rp -	Rp 11,319,927
	total initial cost	Rp 1,473,777,026	Rp 1,371,897,685
Replacement Cost	Alternatif tidak membutuhkan penggantian selama usia bangunan	Rp -	Rp -
Operational Cost	Alternatif tidak membutuhkan biaya operasional selama usia bangunan	Rp -	Rp -
Maintenance Cost	Alternatif tidak membutuhkan biaya perawatan	Rp -	Rp -
Total Cost		Rp 1,473,777,026	Rp 1,371,897,685

Dimana pada tabel 4.27 diketahui biaya awal untuk plat lantai sebesar Rp 1.473.777.026,- dengan biaya alternatif yang diusulkan mengeluarkan biaya sebesar Rp 1.371.897.685,-.

4.4.3 Selisih Biaya Eksisting Dengan Alternatif

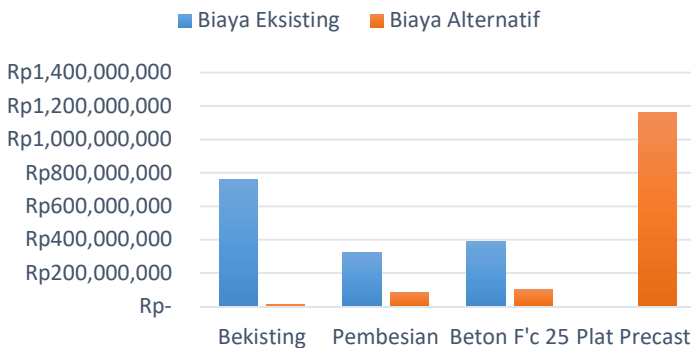
Setelah dilakukan perhitungan biaya alternatif yang dilakukan dengan menggunakan *half slab precast* maka akan

dibandingkan dengan biaya eksisting yang ada sebelumnya untuk mengetahui berapa selisih biaya yang didapat. Apakah desain yang diusulkan untuk dengan menggunakan *half slab precast* pada lantai 5 sampai dengan lantai 9 dari segi biaya menghasilkan penghematan atau justru sebaliknya. Rekapitulasi biaya dapat dilihat pada tabel 4.28 sebagai berikut.

Tabel 4.28 Rekapitulasi biaya eksisting dengan alternatif

No	Jenis pekerjaan	Biaya Eksisting	Biaya Alternatif
1	Bekisting	Rp 761,930,867	Rp 11,708,760
2	Pembesian	Rp 321,838,022	Rp 85,783,198
3	Beton F'c 25	Rp 390,008,136	Rp 99,744,433
4	Plat Precast	Rp -	Rp 1,163,341,367
Total		Rp 1,473,777,026	Rp 1,360,577,758
Penghematan		Rp	113,199,268
Persentase			7.68%

Sehingga diketahui selisih biaya yang didapatkan antara pekerjaan eksisting dengan pekerjaan dengan alternatif desain dengan menggunakan *half slab precast*. Selisih penghematan biaya seluruhnya yang didapatkan sebesar Rp 113.199.268,- dengan persentase yaitu 7,68 %. Secara grafik perbandingan biaya eksisting dengan biaya alternatif menggunakan *half slab precast* pada pekerjaan plat lantai 5 sampai lantai 9 dapat dilihat pada gambar 4.6



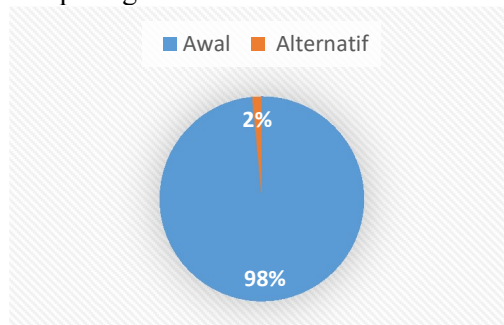
Gambar 4.6 Grafik penghematan biaya pekerjaan

Sedangkan penghematan material yang didapatkan dari volume pekerjaan plat lantai setelah dilakukan perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.29

Tabel 4.29 Volume Plat Lantai Awal dan Alternatif

No	Awal		Alternatif		Persentase
	Item Pekerjaan	Volume	Item pekerjaan	Volume	
	Bekisting	6279.60	Bekisting	96.50	98.46%
	Pembesian	38968.16	Pembesian	35852.16	8.00%
	Beton	488.73	Beton	419.20	14.23%

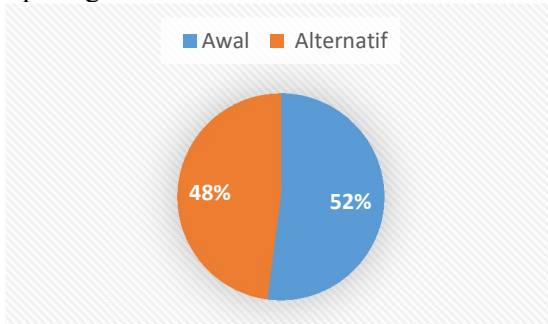
Volume pekerjaan plat lantai awal merupakan volume sebelum dilakukan usulan desain alternatif. Sedangkan volume alternatif merupakan volume yang didapat dari perhitungan desain alternatif yang diusulkan. Volume alternatif merupakan hasil dari perhitungan volume pada item pekerjaan *half slab precast*, topping dan area khusus. Dimana pada pekerjaan bekisting untuk desain alternatif menghasilkan volume adalah sebesar 96,50 m² dengan persentase penghematan 98,46%, dikarenakan untuk pengerjaan dilapangan tidak membutuhkan bekisting kecuali pada area khusus. Perbandingan volume awal dengan volume alternatif pada item pekerjaan bekisting dapat dilihat dalam *pie chart* pada gambar 4.7



Gambar 4.7 Pengehematan pekerjaan bekisting

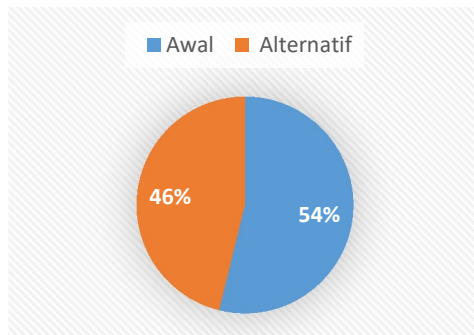
Perhitungan pembesian untuk desain alternatif tidak hanya dihitung pada topping dan area khusus, akan tetapi besi yang digunakan untuk *half slab precast* juga dihitung. Sehingga pada pekerjaan pembesian menghasilkan volume sebesar

35852,16 kg dengan persentase penghematan yang didapatkan adalah sebesar 8%. Perbandingan volume awal dengan volume alternatif pada item pekerjaan pembesian dapat dilihat dalam *pie chart* pada gambar 4.8



Gambar 4. 8 Penghematan pekerjaan pembesian

Sama halnya dengan perhitungan volume pada pekerjaan pembesian. Perhitungan volume beton untuk pekerjaan alternatif dihitung mulai komponen *half slab precast*, topping, dan juga pada area khusus. Volume yang didapatkan pada pekerjaan pengecoran plat alternatif adalah sebesar 419,20m³ dengan penghematan yang didapatkan adalah sebesar 14,23%.. Perbandingan volume awal dengan volume alternatif pada item pekerjaan pengecoran dapat dilihat dalam *pie chart* pada gambar 4.9



Gambar 4.9 Penghematan pekerjaan beton f'c 25

4.5 Tahap Rekomendasi

Tahap Rekomendasi merupakan tahap akhir dari proses analisis *value engineering* dengan tujuan untuk menarik kesimpulan hasil dari tahapan-tahapan sebelumnya. Setelah diketahui data dari tahapan VE tersebut maka proses selanjutnya yaitu menyimpulkan hasil perhitungan analisis *value engineering* dengan mengganti plat lantai dengan menggunakan *metode half slab precast*. Dalam proses sebelumnya yaitu tahap pengembangan dapat diketahui bahwa dari segi pelaksanaan biaya yang didapatkan ada penghematan biaya, walau tidak cukup besar yang dihasilkan. Maka dari itu pada proses rekomendasi ini akan melakukan suatu pertimbangan dari segi proses pengerjaan apakah dari desain alternatif yang direncanakan mempunyai banyak keuntungan atau kerugian.

4.5.1 Desain Eksisting

Pada desain awal untuk item pekerjaan plat lantai 5 – 9 pada proyek Yello Hotel, menggunakan spesifikasi sebagai berikut :

Mutu Beton ($f'c$) = 25 Mpa (K-300)

Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa

Tebal Plat = 12 cm

Diameter tulangan = 10mm

Proyek Yello Hotel untuk semua pekerjaan struktur plat beton dikerjakan sendiri oleh kontraktor dengan peralatan dan SDM yang dimiliki.

4.5.2 Usulan Desain

Pada tugas akhir terapan ini dengan menggunakan analisis *value engineering*, maka desain plat lantai beton semula yang dikerjakan secara cor ditempat (*cast in-situ*) dilakukan alternatif desain dengan menggunakan plat pracetak (*half slab precast*). Perubahan yang dilakukan tanpa mengurangi mutu dari pekerjaan eksisting yaitu dengan menggunakan mutu beton $f'c$ 25 Mpa, tebal plat precast 8cm dan topping 4cm.

4.5.3 Dasar Pertimbangan

Setelah dilakukan analisis *value engineering*, maka ada beberapa hal pertimbangan mengenai metode dengan menggunakan *half slab precast* ini. Latar belakang memilih alternatif dengan *half slab precast* adalah :

1. Mutu beton precast yang baik karena dikerjakan oleh instansi yang ahli pada bidangnya.
2. Biaya yang dikeluarkan bisa diminimalisir, mulai dari volume besi dan volume beton. Metode yang digunakan dengan menggunakan *precast* maka pekerjaan bekisting untuk plat lantai secara otomatis tidak diperlukan.
3. Pelaksanaan dilapangan tidak terlalu terganggu dengan cuaca hujan pada saat proyek berlangsung.
4. Waktu pengerjaan yang relatif lebih cepat, karena tidak perlu mengerjakan pekerjaan bekisting.
5. Tempat pemesanan item plat lantai *precast* untuk tidak terlalu jauh dari kota lokasi proyek yang dibangun, sehingga mempermudah proses konstruksi. karena salah satu faktor *value engineering* yaitu ketersediaan material yang direncanakan harus mudah didapat serta proses pengangkutannya ke lokasi proyek mudah atau tidak mempersulit proses konstruksi.
6. Pekerjaan pembesian yang seharusnya dikerjakan dengan 2 lapis/layer, karena menggunakan plat precast pembesian hanya dipasang satu lapis/layer saja sehingga volume pekerjaan yang dihasilkan relatif berkurang.

Namun dari latar belakang yang menguntungkan tersebut ada beberapa kendala dalam menggunakan metode plat lantai pracetak ini (*half slab precast*).

1. Diperlukan tempat khusus untuk menaruh material plat pracetak, karena apabila lokasi proyek terlalu sempit maka material tidak dapat disimpan diarea proyek sehingga harus menambah biaya untuk biaya penyimpanan material.
2. Diperlukan tempat yang lumayan luas apabila produksi plat *precast* ingin memproduksi sendiri tanpa pasan kepada perusahaan supplier beton *precast*.

3. Proses pemesanan plat *precast* pada instansi yang membuat plat *precast* tersebut harus dilakukan jauh-jauh hari karena apabila produksi plat *precast* ini terlambat dalam proses pemesanannya maka bisa berdampak kurang baik pada pengejaan dilapangan.

Pada tahap rekomendasi setelah mendapatkan hasil biaya pelaksanaan pekerjaan plat lantai dengan ide gagasan dengan menggunakan *half slab precast* dan suatu pertimbangan yang sudah dijelaskan diatas maka selanjutnya adalah membuat rekomendasi atas hasil analisa *value engineering* ini. Proses ini akan menampilkan data desain awal dengan data ide gagasan desain alternatif sampai dengan biaya pelaksanaan yang direncanakan. Tahap rekomendasi ini ditabelkan seperti yang bisa dilihat pada tabel 4.30

Tabel 4.30 Tahap rekomendasi

Proyek	: Yello Hotel, Surabaya		
Lokasi	: Lantai 5 s/d Lantai 9		
Item Pekerjaan	: Plat Lantai		
Desain Awal			
Plat lantai cor ditempat (cast insitu)			
Mutu beton	fc'	25 Mpa (K-300)	
Mutu besi	fy	400 Mpa (D-10)	
Desain Usulan			
Plat lantai half slab precast			
Mutu beton	fc'	25 Mpa (K-300)	
Mutu besi	fy	400 Mpa (D-8)	
Penghematan			
menggunakan desain usulan didapatkan penghematan biaya material sebesar :			
bekisting	6183.10 m ²	persentase	98.46%
pembesian	3116.00 kg	persentase	8.00%
Beton	69.54 m ³	persentase	14.23%
penghematan biaya pelaksanaan plat lantai (Lt.5-Lt9)			
	Rp 113,199,268	persentase	7.68%
Pemesanan item plat precast			
	Rp 1,163,341,367		

Dilihat pada tabel 4.30 diatas, penghematan material pada pekerjaan bekisting adalah sebesar 6.183,10 m², pekerjaan pembesian sebesar 3.116 kg dan pekerjaan beton sebesar

69,54m³. perhitungan penghematan itu didapat dari perhitungan volume awal dikurangi volume alternatif. Penghematan biaya pelaksanaan desain alternatif terhadap desain awal adalah sebesar Rp 113.199.268,-. Dari beberapa dasar pertimbangan diatas, proses pelaksanaan pekerjaan plat lantai dengan menggunakan metode *halfslab precast* ini bisa dikatakan cukup efektif dalam proses pelaksanaan.

4.6 Value Engineering Change Proposal (VECP)

VECP merupakan proposal pengajuan biaya dengan usulan desain alternatif yang sudah dilakukan analisis *value engineering*. Pada proses ini kontraktor akan menyerahkan proposal yang berisi tentang analisis biaya, desain alternatif, spesifikasi serta gambar desain usulan kepada pihak pemilik (*owner*). Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwasannya penghematan dari VECP tidak sebesar VEP, yaitu kemungkinan hanya mencapai sekitar 5%. Pada tugas akhir ini penghematan biaya dari desain usulan dengan analisa *value engineering* yang dihasilkan tidak jauh beda yaitu sebesar 7,68%. Form pengajuan VECP dapat dilihat pada **lampiran**.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari analisis *value engineering* yang dilakukan pada item pekerjaan plat lantai dengan alternatif desain menggunakan *half slab precast* pada proyek pembangunan Yello Hotel Surabaya dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa *cost/worth* pada analisa *value engineering* didapatkan hasil $1,1 > 1$. Berarti alternatif yang diusulkan menunjukkan adanya penghematan walau tidak begitu besar. (Lihat Bab IV, 4.3.6, hal. 84)
2. Aplikasi *value engineering* pada pekerjaan plat lantai dengan gagasan desain alternatif menggunakan *half slab precast*, setelah dilakukan analisis menghasilkan suatu biaya pelaksanaan sebagai berikut :
 - a. Pemesanan plat *precast* sebesar Rp 474.944.745,-
 - b. Pekerjaan plat *precast* sebesar Rp 885.633.012,-
 (Lihat Bab IV, 4.4.2, hal. 87 dan 88)
3. Setelah dilakukan analisis, biaya pada pekerjaan plat lantai alternatif adalah sebesar Rp 1.163.341.367,- dengan penghematan biaya pelaksanaan Rp 113.119.268,- atau 7,68% dari biaya pelaksanaan awal Rp 1.473.777.026,-. (Lihat pada Bab IV, 4.4.3, hal. 89)

5.2 Saran

Adapun saran untuk penyempurnaan penulis pada analisa *value engineering* ini adalah :

1. Analisa *value engineering* pada tugas akhir ini, penulis hanya menggunakan satu alternatif desain yaitu dengan *half slab precast*. Maka untuk selanjutnya, penulis sarankan ketika melakukan analisa *value engineering* sebaiknya menggunakan alternatif lebih dari satu. Agar memperoleh informasi perbandingan biaya yang lebih hemat sebagai dasar pertimbangan. (Lihat pada Bab IV, 4.2, hal. 45)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. SNI-03-2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Bandung, 2001.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 7394-2008 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan. Bandung, 2006.
- Badan Standarisasi Nasional. RSNI 2 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Pracetak untuk Konstruksi Bangunan Gedung Bandung, 2010.
- Berawi, M.A. *Aplikasi Value Engineering Pada Industri Konstruksi Bangunan Gedung*. Depok : UI-PRESS, 2014.
- Husen, A. *Manajemen Proyek Edisi Revisi, Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta : ANDI, 2010.
- Hutabarat, J. *Diktat Rekayasa Nilai (value engineering)*. Malang : Institut Teknologi Nasional. 1995
- Ibrahim, B. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: Bumi Askara, 1993.
- Nurhayati. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2010.
- Perkejaan, Tim Umum. (2015). Harga Satuan Pokok Kerja (HSPK) 2015 Perubahan. Surabaya: Dinas Pekerjaan Umum.
- PCI Design Hand Book. Precast amd Prestressed Concrete. Fourth Edition. Chicago : 1992

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

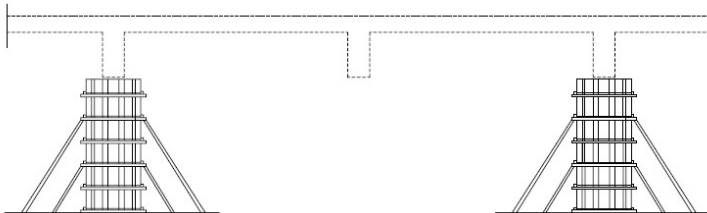
Lembar Revisi

Ir. Kusumastuti, MT

A. Metode Pelaksanaan

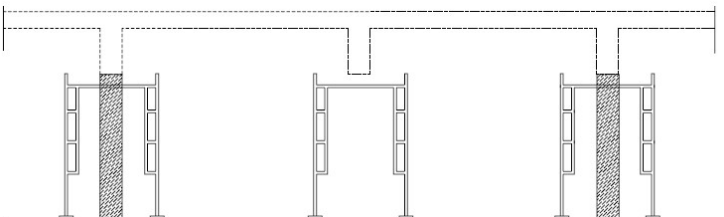
Bekisting plat dan balok sistem konvensional dapat dikombinasi dengan penggunaan precast concrete half slab, dimana struktur plat dicetak lebih dahulu dengan ketebalan setengahnya kemudian setengahnya lagi diselesaikan dengan cara cor di tempat (cast in-place). Metoda ini digunakan karena menghemat bekisting dan menghemat penggunaan scaffolding. Beberapa karakteristik dari beton pracetak adalah : diproduksi secara massal di pabrik; sistem transportasi komponen pracetak perlu dipikirkan untuk menghindari retak/pecah; dapat dipasang sesuai dengan perencanaan dengan rapi dan rapat, dengan beberapa pendukung yang diperlukan. Tahapan pelaksanaan plat lantai menggunakan half slab precast dapat dilihat pada gambar 1 s/d 7 sebagai berikut :

1. Pengecoran kolom



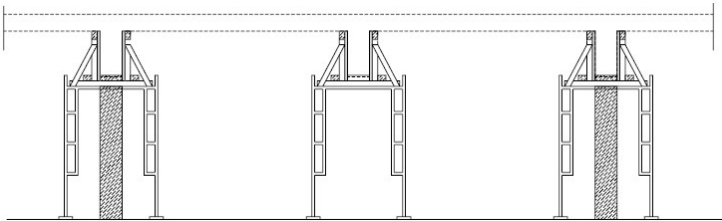
Gambar 1. Pengecoran Kolom

2. Pemasangan Scaffolding



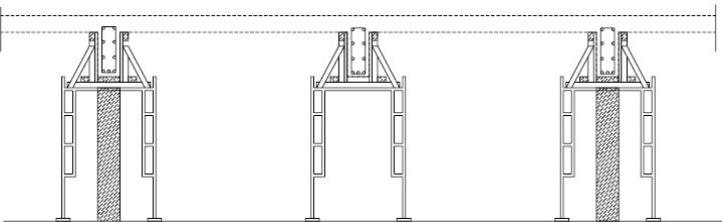
Gambar 2. Pemasangan Scaffolding

3. Pemasangan Bekisting Balok



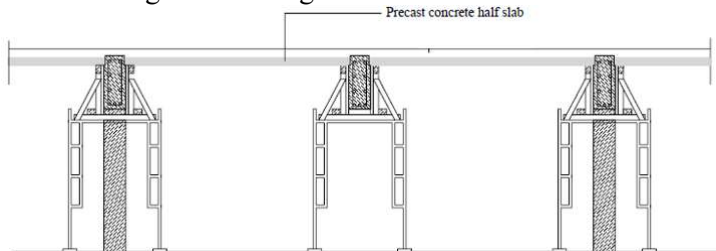
Gambar 3. Pemasangan Bekisting Balok

4. Pemasangan Tulangan Balok



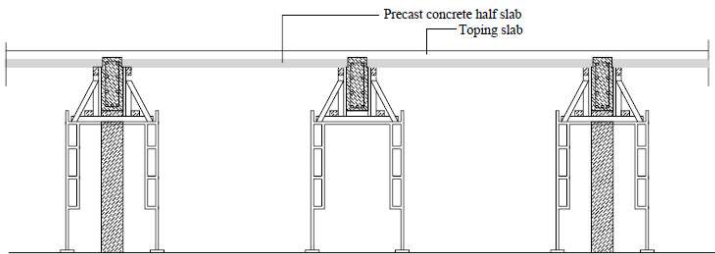
Gambar 4. Pemasangan Tulangan Balok

5. Pemasangan Pemasangan Plat Precast



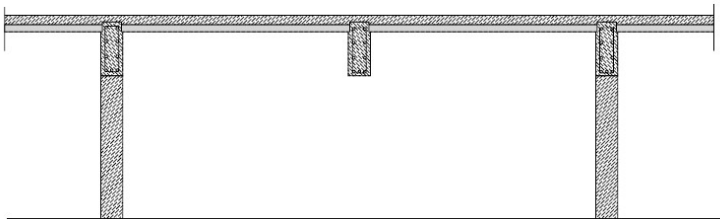
Gambar 5. Pemasangan Plat Precast

6. Pemasangan Tulangan Topping



Gambar 6. Pemasangan Tulangan Topping

7. Pengecoran Balok dan Topping



Gambar 7. Pengecoran Balok dan Topping
(Wulfram, I. Ervianto)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Brilly Aprint Gilang Perkasa, lahir di Ponorogo pada tanggal 29 Maret 1994. Penulis adalah lulusan Program Diploma III Teknik Sipil, Sekolah Vokasi, Universitas Gadjah Mada 2015. Penulis aktif di berbagai organisasi kemahasiswaan diantaranya : Himpunan Mahasiswa

Teknik Sipil (HMTS: 2013-2014), Management Construction Club Diploma Teknik Sipil UGM (MCC DTS UGM: 2014). Kemudian melanjutkan jenjang studi Diploma IV Teknik Sipil di Institut Teknologi Sepuluh Nopember tahun 2016. Email yang dapat dihubungi aprintgepe29@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkn”

Exhibit A
Value Engineering Change Proposal (VECP)
(...../...../.....)

Nama Proyek : Yello Hotel, Surabaya No. VECP :

Tanggal :

Lokasi Proyek : Jl. Jemursaru, Surabaya No. Proyek :

No. Kontrak :

Kontraktor : PT. Tatamulia Nusantara Indah

A. Perubahan

Perubahan berikut harus dilakukan sesuai dengan semua ketentuan kontrak dan perjanjian (Spesifikasi,gambar,dll):

1. Spesifikasi desain rencana half slab precast
2. Gambar rencana desain half slab precast
3. Biaya pelaksanaan

B. Ketentuan Kontraktor

Perubahan termasuk dibagian point A diatas akan dilakukan kontrak suatu penurunan harga desain awal dengan desain usulan sebesar Rp 113.119.268,-. Rincian harga yang direncanakan dalam perubahan dapat dilihat pada lampiran. Namun perubahan harga yang ditawarkan proposal perubahan rekayasa nilai (VECP) harus disetujui oleh pihak pemilik Yello Hotel, Surabaya dan tidak ada hal yang dilakukan sebelum perubahan desain tersebut telah disetujui. Apabila kegiatan value engineering ini tidak disetujui oleh pihak pemilik (*owner*) Yello Hotel, Surabaya, maka pihak kontraktor akan tetap melakukan kegiatan kerja sesuai dengan kontrak awal atau dengan desain awal.

Pemilik Proyek

Yello Hotel, Surabaya

PT. Dharma Prasetya Prosperindo
Surabaya,.....

C. Pelaporan Dana :

Biaya desain awal : Rp 1.473.777.026,-

Biaya desain alternatif : Rp 1.360.577.758,-

D. Deskripsi atau ringkasan potensi dampak yang
ditimbulkan dari usulan desain :

Keuntungan (<i>advantage</i>)	Kerugian (<i>disadvantage</i>)
<ul style="list-style-type: none">- Mutu terjamin- Pelaksanaan relaitf lebih cepat- ketersediaan material dari lokasi proyek terjangkau- tidak perlu pekerjaan bekisting dilapangan- volume besi dan pengecoran berkurang	<ul style="list-style-type: none">- perlu lokasi yang cukup untuk penyimpanan material- perlu dilakukan proses pemesanan

E. Rekomendasi untuk mendapatkan persetujuan :

Validasi perubahan desain	Penolakan perubahan desain
<i>(recommended for approval)</i>	<i>(recommended for approval)</i>
<u>Construction Engineer</u>	<u>Construction Engineer</u>
<u>Procurement Officer</u>	<u>Procurement Officer</u>
Distribusi : <u>Surabaya,</u>	

Value Engineering Change Proposal (VECP)
(contractor summary submittal)

Nama Proyek : Yello Hotel, Surabaya No. VECP :

Tanggal :

Lokasi Proyek : Jl. Jemursaru, Surabaya No. Proyek :

No. Kontrak :

Kontraktor : PT. Tatamulia Nusantara Indah

Ringkasan perubahan :

Membandingkan desain awal dengan desain alternatif yang diusulkan.

Desain Awal :

Mutu Beton ($f'c$) = 25 Mpa (K-300)

Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa

Diameter Tulangan = 10 mm

Desain Usulan :

Mutu Beton ($f'c$) = 25 Mpa (K-300)

Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa

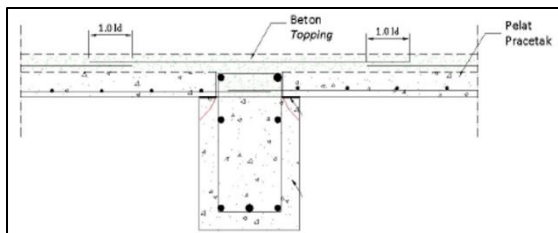
Diameter tulangan rencana (D) = 8 mm

Tebal plat = 120 cm

Tebal pelat *precast* = 80 mm

Tebal *topping* = 40 mm

Tebal *decking* = 20 mm



Ringkasan Estimasi Biaya :

A. Biaya desain awal	: Rp 1.473.777.026,-
B. Biaya desain alternatif (redesign)	: Rp 11.319.927,-
C. Biaya Implementasi (pemesanan)	: Rp 1.163.341.367,-
D. Biaya pelaksanaan (B+C)	: Rp 1.360.577.758,-
E. Penghematan biaya (A-D)	: Rp 113.119.268,-

Tanggal perubahan pekerjaan hasil dikeluarkan untuk
mendapatkan maksimal biaya perubahan.

Surabaya,.....

Yello Hotel, Surabaya

Pemilik Proyek
(PT. Dharma Prasetya Prosperindo)
Diterima oleh,

Kontraktor Pelaksana
(PT. Tatamulia Nusantara Indah)

Value Engineering Change Proposal (VECP)
(Perhitungan Desain Half Slab Precast)

DATA PERENCANAAN				
Nama Proyek	= Yello Hotel, Surabaya			
Lokasi	= Jl. Jemursari, Surabaya			
TIPE A				
Data Perencanaa tebal pelat				
Dimensi Plat	=	b	a	Tebal Precast = 0.08 m
	=	270	135 cm	= 8 cm
	=	2.7	1.35 m	= 80 mm
tipe plat tersebut direncanakan dengan spesifikasi :				Tebal Topping = 4 cm
mutu beton (fc)	=	25 Mpa	5.0000	= 40 mm
mutu baja (fy)	=	400 MPa		Decking = 2 cm
Bj Beton Bertulang	=	2400 kg/m3		= 20 mm
Ln	=	230 cm		komposit = 12 cm
Sn	=	95 cm		= 120 mm
β	=	Ln/Sn		
	=	2.421	> 2	(plat 1 arah)

Perhitungan Tulangan Angkat Plat Precast				
<i>tegangan ijin untuk pengangkatan pada saat stripping, rotating, dan storage dengan asumsu usia beton :</i>				
Umur Beton	=	3 hari		
Koef. Beton	=	0.4	→	(koef. Tabel 4.1.4 PBBI 19971)
fci	=	koef x f'c		
	=	10		
f'r	=	0.7 x $\sqrt{f'c}$		(kondisi beton crack)
	=	2.21 Mpa		
<i>Tegangan ijin untuk pengangkatan pada saa erection dengan asumsi umur beton :</i>				
Umur Beton	=	28 hari		
f'r	=	0.7 x $\sqrt{f'c}$		(kondisi beton crack)
	=	3.5 Mpa		

a. Kontrol Tegangan Angkat Pada Saat Stripping

Longitudinal Bending

Dengan menggunakan (two point pick up)

(PCI Design Tabel 5.2.5)

Arah X

$$\text{koef} = 1.2 \quad (\text{PCI Design Tabel 5.2.1})$$

$$w = \text{koef} \times t \times \text{precast} \times b_j \text{ beton}$$
$$= 230.4 \text{ kg/m}^2$$

$$b/2 = 1.35 \text{ m} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \text{whichever is less}$$

$$15t = \frac{1}{6} \times \frac{a \cdot 1.2 \text{ m}}{2} \times d^2 \quad (\text{PCI Design Tabel 5.2.5})$$

$$Z = \frac{1}{6} \times (15t) \times d^2$$

$$= 0.00128 \text{ m}^3 \quad (\text{section modulus})$$

Momen maksimum

$$M_x = 0.0107 \times w \times a^2 \times b$$

$$= 24.262 \text{ kgm}$$

$$f_t = f_b$$

$$f_b = M_x / Z$$

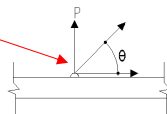
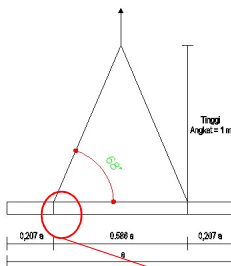
$$= 18954.729 \text{ kg/m}^2$$

Check

$$f_b = 0.18954729 \text{ Mpa}$$

$$< 2.214 \text{ Mpa} \quad \text{OKE}$$

Momen tambahan akibat sudut pengangkatan (Arah X)



(PCI Design Tabel 5.2.7)

Sudut (θ)	F
60	1.16
68	1.10
75	1.04

Hasil Interpolasi

Sudut (θ)	68 derajat
F	1.10

posisi titik angkat plat arah (x)

perhitungan untuk momen saat eksentris

$$y_c = y_t + 3''$$
$$= t/2 + 3''$$
$$= 0.1162 \text{ m}$$

$$M_y = \frac{P \cdot y_c}{\tan \theta}$$
$$= \frac{(w \cdot a \cdot b) \cdot y_c}{\tan \theta}$$

1"	=	0.025 m
3"	=	0.076 m
$\tan 68$	=	2.475

$$= 39.429 \text{ kgm}$$

$$\text{My total} = 63.691 \text{ kgm}$$

$$f_t = \frac{\text{My total}}{Z}$$

$$= 49758.293 \text{ kgm/m}^2$$

Check

$$f_t = 0.498 \text{ Mpa} < f_{maks} (3 \text{ hari})$$

$$f_t = 0.498 \text{ Mpa} < 2.214 \text{ Mpa}$$

OKE

b. Kontrol Tegangan Angkat Pada Saat Turning

0,207a	=	0.279 m	1.04 m	*untuk lebar (a)
0,586a	=	0.756 m		

$$b/4 = 0.675 \text{ m}$$

$$15t = 1.2 \text{ m}$$

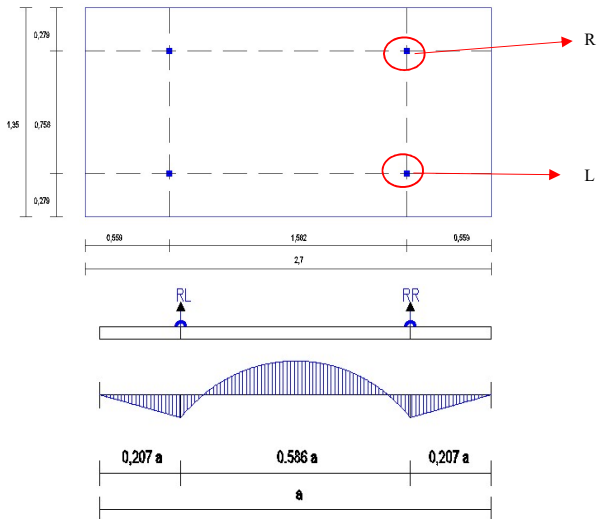
$$\text{koef} = 1 \quad (\text{PCI Design Tabel 5.2.1})$$

$$w = \text{koef} \times t \text{ precast} \times \text{bj beton} \times b/4$$

$$= 129.6 \text{ kg/m}$$

$$Z = \frac{1}{6} \times (15 \text{ t}) \times d^2$$

$$= 0.00128 \text{ m}^3 \quad (\text{section modulus})$$



$$\Sigma MR = 0$$

$$= RL \times 0.586a - 1/2 w ((0.207a + 0.586a)^2 - 0.207a^2)$$

$$RL = RR$$

$$= 85.206 \text{ kg}$$

$$Ma = 1/2 w \times 0.207a^2$$

$$= 5.060 \text{ kgm}$$

Mb maksimum berada pada :

$$= \frac{RL}{W}$$

$$= 0.657 \text{ m}$$

$$Mb = RL(RL/w - 0.207a) - 1/2 w \times (RL/w)^2$$

$$= 4.199 \text{ kgm}$$

$$f \text{ maks (3 hari)} = 2.214 \text{ Mpa}$$

$$f_a = M_a/Z$$

$$= 3953.423 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.040 \text{ Mpa} < f_{maks} (3 \text{ hari})$$

$$= 0.040 \text{ Mpa} < 2.214 \text{ Mpa}$$

OKE

$$f_b = M_b/Z$$

$$= 3280.080 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.033 \text{ Mpa} < f_{maks} (3 \text{ hari})$$

$$= 0.033 \text{ Mpa} < 2.214 \text{ Mpa}$$

OKE

c. Perhitungan Diameter Tulangan Angker (pengangkatan)

$$\emptyset \text{ Rencana} = 8 \text{ mm}$$

$$A_g = 50.24 \text{ mm}^2$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$w = a \times b \times t \text{ precast} \times b_j \text{ beton}$$
$$= 699.84 \text{ kg} \quad (\text{Total Load})$$

Sudut (θ)	F
60	1.16
68	1.10
75	1.04

→ (PCI Design Tabel 5.2.7)

→ Hasil Interpolasi

$$T = WF/2 \rightarrow \text{Sling Load} \quad (\text{PCI Design 5.2.7})$$
$$= 383.512 \text{ kg}$$

$$T \text{ Stud} = A_g \times F_y \times \phi$$
$$= 1507.2 \text{ kg}$$

$$T \text{ terjadi} = 383.512 \text{ kg} < T \text{ stud}$$
$$= 383.512 \text{ kg} < 1507.2 \text{ kg}$$

OKE

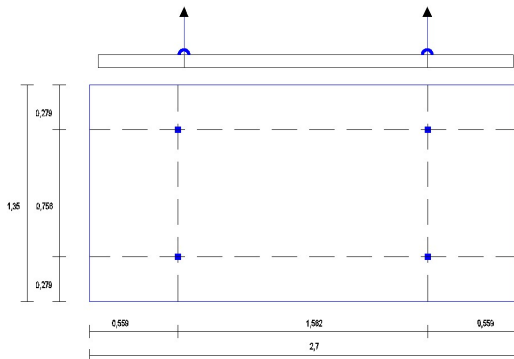
d. Perhitungan Kabel Angkat

beban yang bekerja pada plat lantai precast

$$\begin{aligned}\text{berat sendiri} &= a \times b \times t \times \text{bj beton bertulang} \\ &= 699.8 \text{ kg} \quad (\text{A})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{stud} &= 1\% \times \text{Berat Sendiri} \\ &= 6.998 \text{ kg} \quad (\text{B})\end{aligned}$$

$$\text{total A+B} = 706.8384 \text{ kg}$$



Beban Ultimate :

$$\begin{aligned}w &= 1.4 \times \text{berat total} \\ &= 989.57376 \text{ kg}\end{aligned}$$

Beban ultimate yang dipikul tiap titik angkat :

$$\begin{aligned}P &= w/n \\ &= 247.39344 \text{ kg}\end{aligned}$$

$n = 4$ titik

Kabel untuk Pengangkatan

(tabel design aid 11.2.3 PCI Design)

kabel strand (seven wire)

$$\text{diameter } 5/16 = 0.3125 \text{ in} \rightarrow 1 \text{ in} = 25.4 \text{ mm}$$

$$= 7.9375 \text{ mm}$$

$$f_{pu} = 250 \text{ ksi} \rightarrow 1 \text{ ksi} = 6.895 \text{ Mpa}$$

$$= 1723.75 \text{ Mpa}$$

$$A = 0.058 \text{ sq in}^2 \rightarrow 1 \text{ sq in} = 645 \text{ sqmm}$$

$$= 37.41 \text{ mm}^2$$

Gaya yang harus dipikul satu strand (satu titik angkat)

$$F1 \text{ Strand} = A \times F_{pu}$$

$$= 6448.55 \text{ kg}$$

Beban ijin untuk satu strand

$$F_{ijin} = \frac{F1 \text{ strand}}{2}$$

$$= 3224.27 \text{ kg}$$

Check

$$P < F_{ijin}$$

$$247.39 < 3224.27$$

OKE

DATA PERENCANAAN	
------------------	--

Nama Proyek	= Yello Hotel, Surabaya					
Lokasi	= Jl. Jemursari, Surabaya					
TIPE A						
Data Perencanaan tebal pelat						
Dimensi Plat	=	P	L	Tebal Precast	=	8 cm
	=	270	135 cm		=	80 mm
	=	2.7	1.35 m			
tipe plat tersebut direncanakan dengan spesifikasi :				Tebal Topping	=	4 cm
mutu beton (f_c)	=	25 Mpa	5.0000		=	40 mm
mutu baja (f_y)	=	400 MPa		Decking	=	2 cm
					=	20 mm
Ln	=	230 cm		komposit	=	12 cm
Sn	=	95 cm			=	120 mm
β	=	Ln/Sn				
	=	2.421	>	2	(plat 1 arah)	
Data Perencanaan Struktur Sekunder						
Tebal Plat	=	12 cm	precast komposit			
Mutu Beton (f_c)	=	25 MPa	0.08 0.12			
Mutu Baja (f_y)	=	400 MPa				
ϕ Tulangan	=	8 mm				

Pembebanan Plat Lantai

Sebelum Komposit (precast)

BEBAN MATI (DL)

Berat Sendiri	=	tebal	bj beton	
	=	0.08	2400	192 kg/m2
BEBAN HIDUP (LL)				
Beban Pekerja	=		77	kg/m2

Setelah Komposit (precast + topping)

BEBAN MATI SENDIRI (DL)

Berat Sendiri	tebal	bj beton	
=	0.12	2400	288 kg/m2
BEBAN MATI TAMBAHAN (SDL)			
Keramik	=		18 kg/m2
Spesi Keramik	=		38 kg/m2
Ducting Mechanical (ME)	=		19 kg/m2
Plafond	=		5 kg/m2
Penggantung Plafond			10 kg/m2
	Total SDL		90 kg/m2
	Total DL + SDL		378 kg/m2

BEBAN HIDUP (LL)

Beban Hidup (koridor) =	154 kg/m ²	} *beban sudah direduksi
Beban Hidup (kamar hotel) =	115 kg/m ²	

Kombinasi Pembebanan Plat Lantai

SNI 03-2847 pasal 9.2.1

$$O = 1.2 \text{ DL} + 1.6 \text{ LL}$$

1. Keadaan (Plat precast Belum Terpasang)

$$Q = \frac{1.2}{192} \times 1.6 \times 0 = 230.4 \text{ kg/m}^2 \text{ per m'}$$

2. Keadaan (plat precast terpasang + topping belum komposit)

$$Q = \frac{1.2}{1.6} \times 192 = 353.28 \text{ kg/m}^2 \text{ per m}^2$$

3. Keadaan Sesudah Komposit (plat precast + topping sudah komposit)

$$Q = \frac{1.2 \times 378 \times 1.6}{699.36 \text{ kg/m}^2 \text{ per m}^3} = 154$$

Perhit. Momen pada Plat Lantai

$$Mlx = 1/11 \times q \times Lx^2$$

$$Mly = 1/16 \times q \times Lx^2$$

$$Mty = 1/9 \times q \times Lx^2$$

ujung tak menerus tak terkekang

bentang interior (lapangan)

momen negatif dua bentang

(8.3.3)

(8.3.3)

(8.3.3)

1. Keadaan (Plat precast Belum Terpasang)

$$Mlx = 0.09091 \quad 230.40 \quad 1.35 = \quad 38.17 \text{ kgm per m'}$$

$$Mly = 0.063 \quad 230.40 \quad 1.35 = \quad 26.24 \text{ kgm per m'}$$

$$Mty = 0.11111 \quad 230.40 \quad 1.35 = \quad 46.66 \text{ kgm per m'}$$

2. Keadaan (plat precast terpasang + topping belum komposit)

$$Mlx = 0.09091 \quad 353.28 \quad 1.35 = \quad 58.53 \text{ kgm per m'}$$

$$Mly = 0.063 \quad 353.28 \quad 1.35 = \quad 40.24 \text{ kgm per m'}$$

$$Mty = 0.11111 \quad 353.28 \quad 1.35 = \quad 71.54 \text{ kgm per m'}$$

Kondisi 1

3. Keadaan Sesudah Komposit (plat precast + topping sudah komposit)

$$Mlx = 0.09091 \quad 699.36 \quad 1.35 = \quad 115.87 \text{ kgm per m'}$$

$$Mly = 0.063 \quad 699.36 \quad 1.35 = \quad 79.66 \text{ kgm per m'}$$

$$Mty = 0.11111 \quad 699.36 \quad 1.35 = \quad 141.62 \text{ kgm per m'}$$

Kondisi 2

Perhit. Tulangan Plat Precast**1. Keadaan Sebelum Komposit**

$$dy = 48 \text{ mm}$$

$$dx = 56 \text{ mm}$$

2. Keadaan Sesudah Komposit

$$dy = 88 \text{ mm}$$

$$dx = 96 \text{ mm}$$

*untuk mutu beton $f'c$ berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 10.2.7.3 β_1 = untuk mutu beton $f'c$ 17-28 Mpa, harus 0,85

$$\beta_1 = 0.85$$

*menentukan batasan harga tulangan dengan menggunakan rasio yang disyaratkan

$$\beta_1 = 0.85 \dots \dots \dots (\text{SNI 03-2847-2013 pasal 10.2.7.3})$$

$$\rho_b = 0.85 \beta_1 \cdot f'c \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.0271$$

$$\rho_{max} = 0.75 \times \rho_b$$

$$= 0.0203$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$= \frac{0.0035}{f_y}$$

$$\rho_{min} = 1 \frac{\sqrt{f'c}}{4 f_y}$$

$$= 0.00313$$

$$\rho_{min} \text{ dipilih terbesar } = 0.0035$$

$$m = \frac{f_y}{0.85 \times f'c}$$

$$= 18.824$$

$$Ly = 230$$

$$Lx = 95$$

$$\beta = Ly/Lx$$

$$2.42105 > 2 \text{ (plat 1 arah)}$$

Tulangan pokok dan bagi direncanakan menggunakan D8

$$As \text{ Tulangan } = 50.286 \text{ mm}^2$$

KONDISI 1

Nama Proyek	=	Yello Hotel, Surabaya	
Lokasi	=	Jl. Jemursari, Surabaya	
TIPE A			
Perhitungan penulangan plat sebelum komposit (precast) ada beban bekerja			
faktor reduksi			
Tebal Precast	=	8 cm	ϕ 0.9
	=	80 mm	SNI 2013 (9.3.21)
Decking	=	2 cm	
	=	20 mm	
ϕ Tulangan	=	8 mm	
Tinggi Efektif dy	=	48 mm	
Tinggi Efektif dx	=	56 mm	

Mlx	=	115.871 kgm per m'	kondisi 2
Mly	=	79.661 kgm per m'	kondisi 2
Mty	=	71.539 kgm per m'	kondisi 1

#MOMEN LAPANGAN (X)

$Mu\ lx$	=	115.871 kgm
	=	0.116 tm
	=	1158712.36 Nmm
Mn	=	Mu/ϕ
	=	1287458.18 Nmm
Rn	=	$\frac{Mn}{b \times dy}$
	=	0.559
ρ perlu	=	$\frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right)$
	=	0.0014
ρ perlu <	ρ min	0.0035

*maka dipakai ρ min sehingga didapatkan tulangan sebesar :

Jarak Tulangan Pokok

As perlu	=	$\rho \times b \times dy$
	=	168.000 mm ²
Jarak Tulangan (s)	=	$1000 / (As\ perlu / As\ tulangan)$
	=	299.3 mm
\approx		250 mm

check jarak tulangan

as pasang	=	201.143	>	168.000	OK
-----------	---	---------	---	---------	----

#MOMEN LAPANGAN (Y)

$Mu\ ly$	=	79.661 kgm
	=	0.080 tm
	=	796614.75 Nmm
Mn	=	Mu/ϕ
	=	885127.5 Nmm
Rn	=	$\frac{Mn}{b \times dy}$
	=	0.384
ρ perlu	=	$\frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{fy}} \right)$
	=	0.0010
ρ perlu <	ρ min	0.0035

*maka dipakai ρ min sehingga didapatkan tulangan sebesar :

Jarak Tulangan Pokok

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d_y \\
 &= 168.000 \text{ mm}^2 \\
 \text{Jarak Tulangan (s)} &= 1000 / (\text{As perlu} / \text{As tulangan}) \\
 &= 299.3 \text{ mm} \\
 &\approx \mathbf{250 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

check jarak tulangan

$$\text{as pasang} = 201.143 > 168.000 \quad \mathbf{OK}$$

D8-250

#MOMEN TUMPUAN (Y)

$$\begin{aligned}
 Mu_{ty} &= 71.539 \text{ kgm} \\
 &= 0.072 \text{ tm} \\
 &= 715392 \text{ Nmm} \\
 Mn &= Mu / \phi \\
 &= 794880 \text{ Nmm} \\
 Rn &= \frac{Mn}{b \times d_y} \\
 &= 0.345 \\
 \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times m \times Rn}{f_y}} \right) \\
 &= 0.0009 \\
 \rho \text{ perlu} &< \rho \text{ min} \quad 0.0035
 \end{aligned}$$

*maka dipakai $\rho \text{ min}$ sehingga didapatkan tulangan sebesar :

Jarak Tulangan Pokok

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \rho \times b \times d_y \\
 &= 168.000 \text{ mm}^2 \\
 \text{Jarak Tulangan (s)} &= 1000 / (\text{As perlu} / \text{As tulangan}) \\
 &= 299.3 \text{ mm} \\
 &\approx \mathbf{250 \text{ mm}}
 \end{aligned}$$

check jarak tulangan

$$\text{as pasang} = 201.143 > 168.000 \quad \mathbf{OK}$$

D8-250

Panjang Penyaluran Tulangan Plat

$$\begin{aligned}
 l_{db} > 8 \text{ db} &= 96 \text{ mm} \quad (\text{SNI 03-2847-2013 pasal 12.5.1}) \\
 l_{dh} > 150 \text{ mm} &= 150 \text{ mm} \quad (\text{SNI 03-2847-2013 pasal 12.5.1}) \\
 l_{hb} &= \frac{100 \times d_b}{\sqrt{f'_c}} \times \frac{f_y}{400} \\
 &= 160 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\text{maka dipakai panjang penyaluran} = \mathbf{160 \text{ mm}}$$

Value Engineering Change Proposal (VECP)
(Dokumentasi)

Half Slab Precast	
Item Pekerjaan	Foto
Pekerjaan langsir plat precast	 <p>(sumber : Proyek apartemen sentra timur residence)</p>
Pekerjaan ereksi dan pemasangan plat precast pada area lantai yang direncanakan	 <p>(sumber : Proyek apartemen sentra timur residence)</p>

Pekerjaan
pembesian
topping



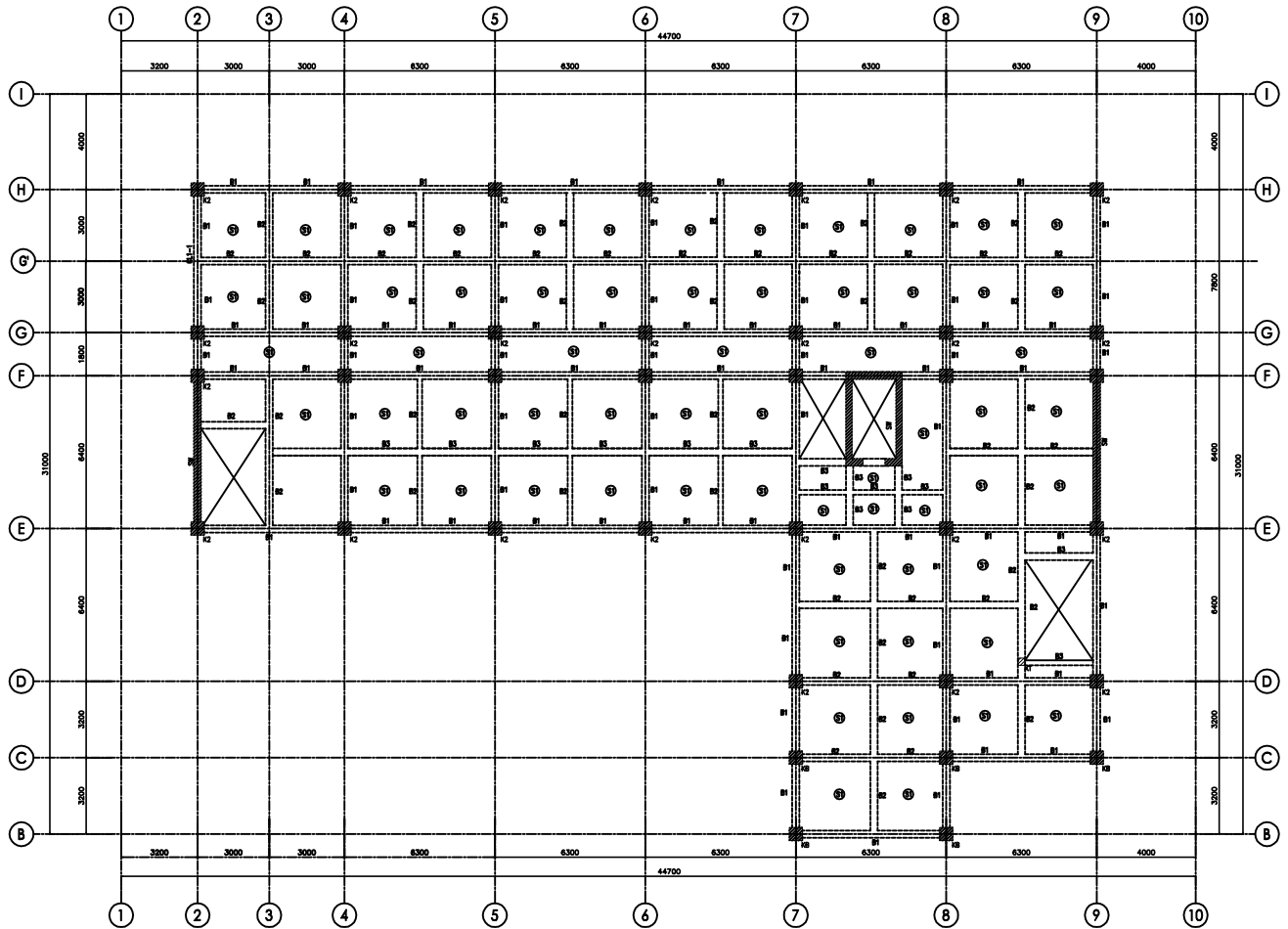
(sumber : Proyek apartemen sentra timur residence)

Pekerjaan
pengecoran
topping

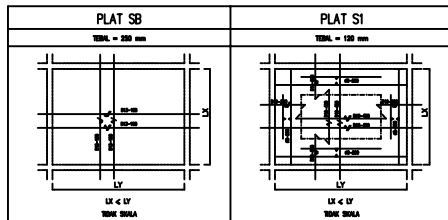


(sumber : Proyek apartemen sentra timur residence)

Value Engineering Change Proposal (VECP)
(Gambar Desain Half Slab Precast)



DENAH LANTAI 5-9
SKALA : 1 : 100



KOLOM YELLO HOTEL




LANTAI	BXHmm		MUTU BETON
LT.4-LT.ATAP	550x550	K2	K-300
LT.1-LT.4	600x600	K1	K-350
BASE-LT.1	650x650	KB	K-350

BALOK YELLO HOTEL

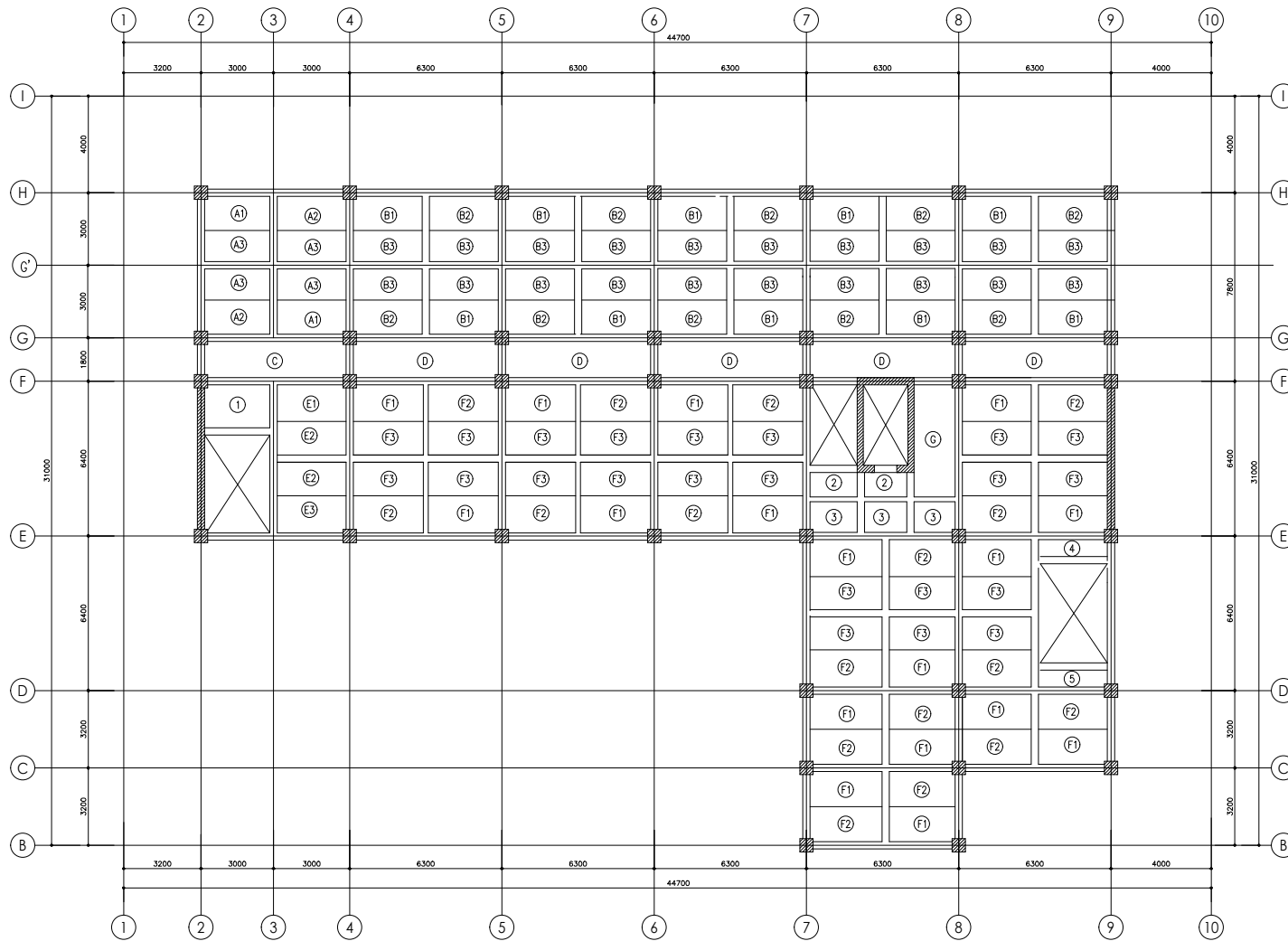
KODE BALOK	DIMENSI
G1/B1/CL1	350 x 700
G2/B2/CL2	300 x 600
G3/B3/CL3	250 x 500

CATATAN		
* MUTU BETON BALOK, PLAT, PILE CAP = f _c ' 25 MPa		
* MUTU BETON KOLON LANTAI DETAIL PENALAMAN KOLON		
* MUTU BAJA TULANGAN : f _y =240 MPa (BUTP-24) untuk notasi # f _y =400 MPa (BUTD-40) untuk notasi D		
* BEBAN BERKANA : BEAN MATI TAMBAHAN = 150 KG/M2 BEAN HODUP = 250 KG/M2		
SEBELUM DILAKUKANN, SEMUA GAMBAR STRUKTUR HARUS DIPERIKSA ULANG DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN GAMBAR IMAE SETIA GAMBAR LAIN YANG TERKAIT. APABILA TERDAPAT KETIDAKSESUAIAN, HARUS DILAKUKAN KONFIRMASI TERLEBIH DAHAULU.		
DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA, SEMUA UKURAN HARUS BERDASARKAN ANGKA YANG TERTULIS. APABILA ADA KEDURUGANAN DAN/ATAU KETIDAKJELASAN, HARUS DIKONFIRMASIKAN TERLEBIH DAHAULU.		
NO	KETERANGAN	TANGGAL
5		
4		
3	FOR CONSTRUCTION	25-04-2014
2	TAMBAHAN STRUKTUR PIT LIFT	15-03-2014
1	FOR TENDER	07-02-2014
NAMA PROYEK		
HOTEL YELLO JEMURSARI SURABAYA		
LOKASI		
JL. JEMURSARI 172A, 174, 176 SURABAYA		
PENANGGUNG JAWAB		
PERENCANA		
PENGANGK / PELAKSANA		
PEMILIK		
PERNYATAAN		
KAMI SEBAGAI PENANGGUNG JAWAB :		
1. BERTANGGUNG JAWAB TERHADAP PERENCANA KESTABILAN DAN MELAKUKAN PENGECEKAN KESTABILAN TERSEBUT BAHWA MENYAH SUDAH BENAR YANG ADA SUDAH DAPAT DIPERIKSA/DIRUBAH/DIRUBAH.		
2. BERTANGGUNG JAWAB TERHADAP PERENCANA KESTABILAN BANGUNAN TERSEBUT DAN MELAKUKAN KECERILAN KESTABILAN BANGUNAN DAN KUALITAS STRUKTUR BANGUNAN SETIA KESELAMATAN JAWAB 1.		
3. BERTANGGUNG JAWAB TERHADAP SETIA SUDUT YANG TELAH ADALAH BERTANGGUNG BANGUNAN TERSEBUT.		
4. MENYAHKAN BAHWA BANGUNAN ADALAH DILAKUKANN SEMUA GAMBAR.		
PEMILIK		
DISETUALI OLEH:		
JUDUL GAMBAR		SKALA
DENAH LANTAI 2		1 : 100
KODE GAMBAR		TANGGAL
NO. LEMBAR		JUMLAH LEMBAR



 AREA KHUSUS (TIDAK PRECAST)
 AREA BANGUNAN DIBAWAH LT. 5
 AREA VOID

CATATAN		
* MUTU BETON BLOK, PLAT, PILE CAP = f'c' 25 MPa		
* MUTU BETON KOLOM LANTAI DETAIL PENJALANGAN KOLOM		
* MUTU BALOK TULANGAN : fy=240 MPa (BUTP-24) untuk notasi ø fy=400 MPa (BUTD-40) untuk notasi D		
* BEBAN BERGUNA : BEBAN MATI TAMBAHAN = 150 KG/M2 BEBAN HIDUP = 250 KG/M2		
SEBELUM DIKALKANAKAN, SEMUA GAMBAR STRUKTUR HARUS DIPERIKSA ULANG DENGAN GAMBAR ARSITEKTUR DAN GAMBAR MAC SERTA GAMBAR LAN YANG TERKAIT, APABILA TERDAPAT KETIDAKSESUJUAN, HARUS DIUKULKAN KONFIRMASI TERLEBIH DAHULU.		
DILARANG MELAKUKAN PENGUKURAN BERDASARKAN SKALA, SEMUA UKURAN HARUS BERDASARKAN ANGKA YANG TERTULIS. APABILA ADA KEKURANGAN DAN/ATAU KETIDAKJELASAN, HARUS DIKONFIRMASIKAN TERLEBIH DAHULU.		
NO	KETERANGAN	TINGGA
5		
4		
3	FOR CONSTRUCTION	25-04-2014
2	TAMBAHAN STRUKTUR PIT LIFT	15-03-2014
1	FOR TENDER	07-02-2014
NAMA PROYEK		
HOTEL YELLO JEMURSARI SURABAYA		
LOKASI		
JL. JEMURSARI 172A, 174, 176 SURABAYA		
PENANGGUNG JAWAB		
PENCANA		
PENGANS / PELAKSANA		
PEMILIK		
PERNYATAAN		
KAMI SEBAGAI PENANGGUNG JAWAB :		
1. MENYERAHKAN JAWAB PADA TENPAK PENCANAAN KONSTRUKSI DAN MEMBUKA PENCANAAN KONSTRUKSI TERSEBUT INPPI, MEMBUKA SEGALA BEBAN YANG ADA SERTA ADANYA DIPERFORMANSI/KUALIFIKASI.		
2. MENYERAHKAN JAWAB PADA TENPAK PERMORAHAN BERKUNCI TENDRINT BINA BERKUNCI KEGIATAN KONSTRUKSI, KEGEDARAN DAN KUALITAS STRUKTUR BERKUNCI SERTA KEBERHASILAN JAWAB DI LANGKAHAN KEGIATAN DAN KEGIATAN KONSTRUKSI.		
3. MENYERAHKAN JAWAB PADA TENPAK SEGALA SESUATU YANG TERBUKTI AKIBAT BERKUNCI BERKUNCI TERSEBUT.		
4. MENYERAHKAN BAKWA BERKUNCI AKAN DIKALKANAKAN SESUDAH GAMBAR.		
PEMILIK		
DISTUWAI OLEH:		
JUDUL GAMBAR		SKALA
LAYOUT PLAN SITE OFFICE		1 : 100
KODE GAMBAR		TANGGAL
NO. LEMBAR		JUMLAH LEMBAR



DENAH LANTAI 5-9
SKALA : 1 : 100

BALOK YELLO HOTEL

KODE BALOK	DIMENSI
G1/B1/CL1	350 x 700
G2/B2/CL2	300 x 600
G3/B3/CL3	250 x 500

KOLOM YELLO HOTEL

LANTAI	BxHmm		MUTU BETON
LT.4-LT.ATAP	550x550	K2	K-300
LT.1-LT.4	600x600	K1	K-350
BASE-LT.1	650x650	KB	K-350



**YELLO HOTEL
SURABAYA**

JUDUL PROYEK AKHIR

**APLIKASI VALUE
ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI
MENGUNAKAN DESAIN
HALF SLAB PRECAST
PADA LANTAI 5-9 PROYEK
PEMBANGUNAN YELLO
HOTEL SURABAYA**

Dosen Pembimbing

Ir. Imam Prayogo, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001

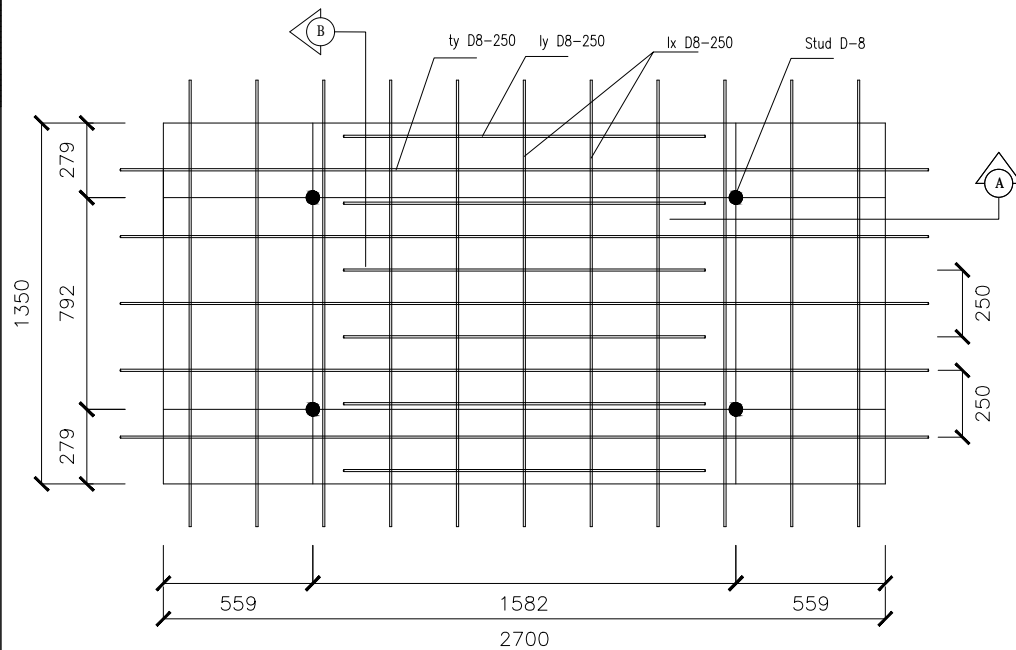
Nama Mahasiswa

BRILLY APRINT GILANG P
NRP. 3115 040 634

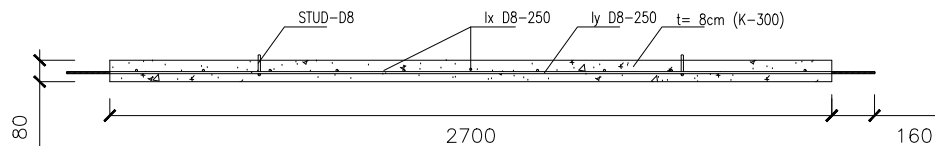
Nama Gambar

**DENAH
LANTAI 5-9**

CODE GAMBAR	SKALA GAMBAR
STR	1 : 100
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
01	10

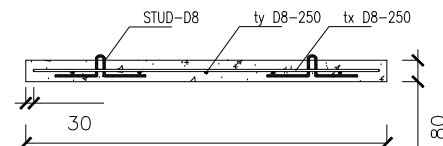


HS – Tipe A
SKALA : 1 : 100



Detail Pot. A
SKALA : 1 : 100

Tipe	Dimensi(cm)		Mlx	Mly	Mty	Stud	Penyaluran (cm)
	P	L					
A	270	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
B	285	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
C	585	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
D	600	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
E	285	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
F	290	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
G	465	170	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16



Detail Pot. B
SKALA : 1 : 100

Desain Rencana Half Slab Precast

YELLO HOTEL SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

APLIKASI VALUE
ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI
MENGGUNAKAN DESAIN
HALF SLAB PRECAST
PADA LANTAI 5-9 PROYEK
PEMBANGUNAN YELLO
HOTEL SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Imam Prayogo, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001

NAMA MAHASISWA

BRILLY APRINT GILANG P
NRP. 3115 040 634

NAMA GAMBAR

HALF SLAB
PRECAST
TIPE – A

CODE GAMBAR

STR

SKALA GAMBAR

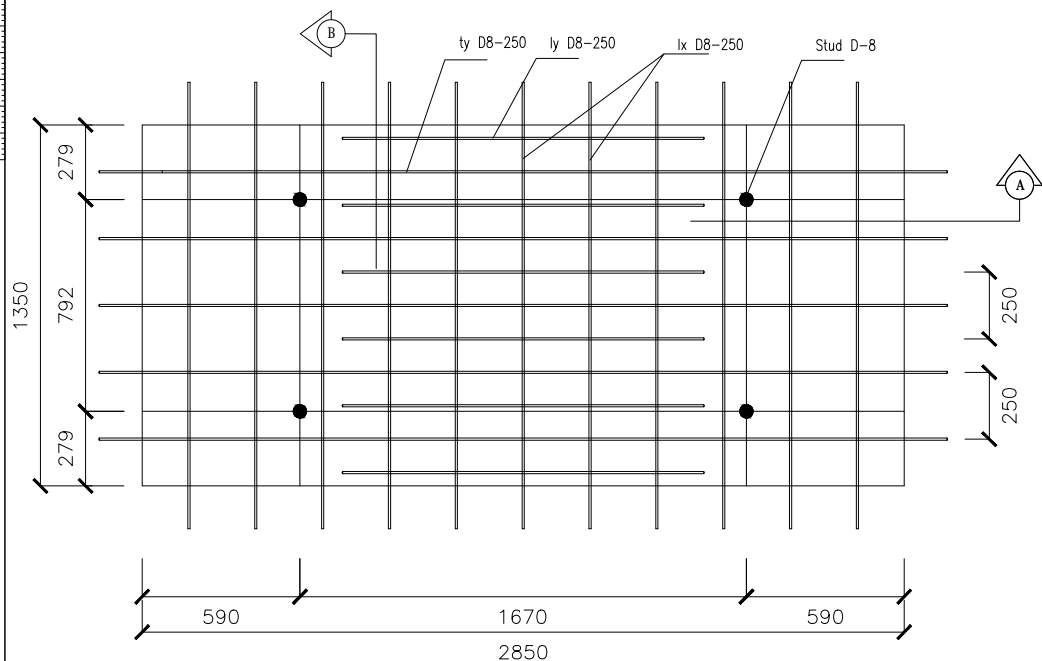
1 : 100

NO. GAMBAR

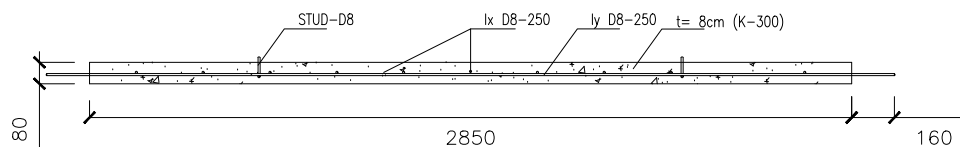
02

JUMLAH GAMBAR

10

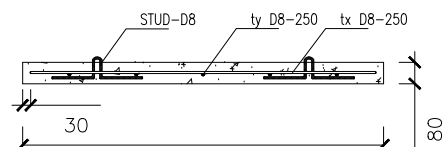


HS - Tipe B
SKALA : 1 : 100



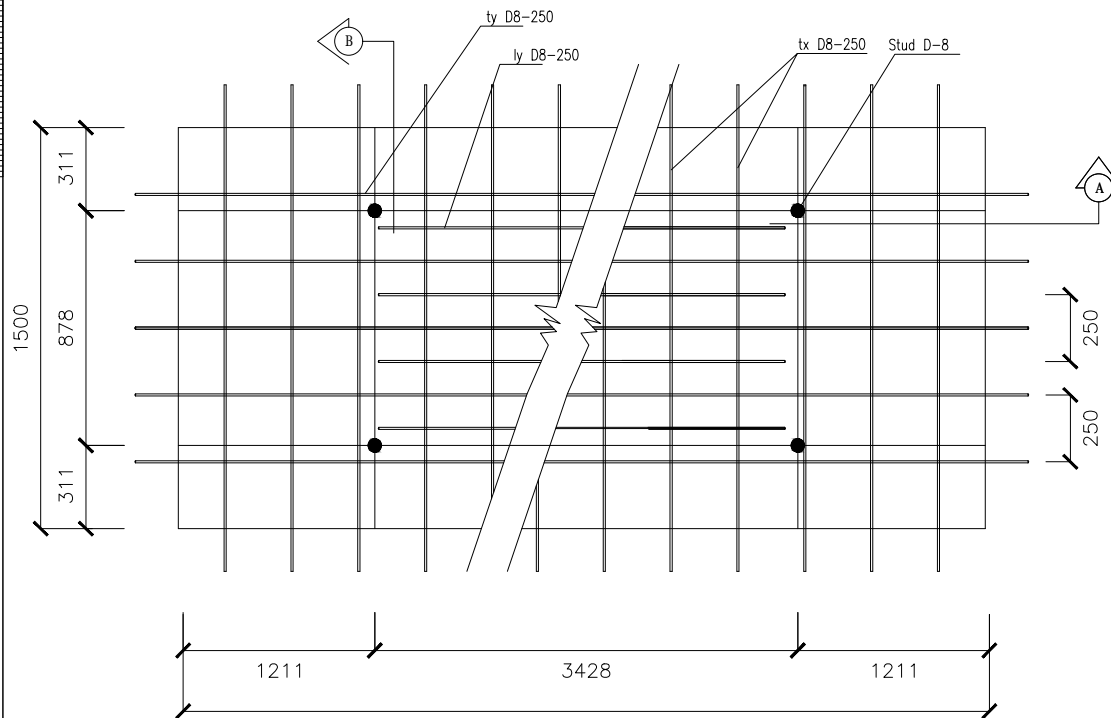
Detail Pot. A
SKALA : 1 : 100

Tipe	Dimensi(cm)		Mlx	Mly	Mty	Stud	Penyaluran (cm)
	P	L					
A	270	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
B	285	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
C	585	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
D	600	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
E	285	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
F	290	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
G	465	170	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16



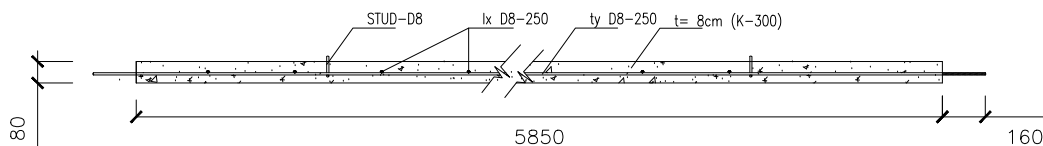
Detail Pot. B
SKALA : 1 : 100

Desain Rencana Half Slab Precast

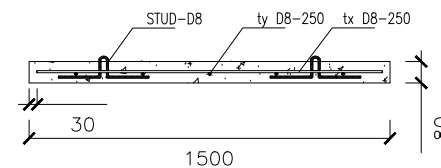


HS – Tipe C
SKALA : 1 : 100

Tipe	Dimensi(cm)		Mlx	Mly	Mty	Stud	Penyaluran (cm)
	P	L					
A	270	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
B	285	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
C	585	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
D	600	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
E	285	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
F	290	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
G	465	170	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16



Detail Pot. A
SKALA : 1 : 100



Detail Pot. B
SKALA : 1 : 100

Desain Rencana Half Slab Precast



YELLO HOTEL SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

APLIKASI VALUE
ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI
HALF SLAB PRECAST
PADA LANTAI 5-9 PROYEK
PEMBANGUNAN YELLO
HOTEL SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Imam Prayogo, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001

NAMA MAHASISWA

BRILLY APRINT GILANG P
NRP. 3115 040 634

NAMA GAMBAR

HALF SLAB
PRECAST
TIPE – C

CODE GAMBAR

STR

SKALA GAMBAR

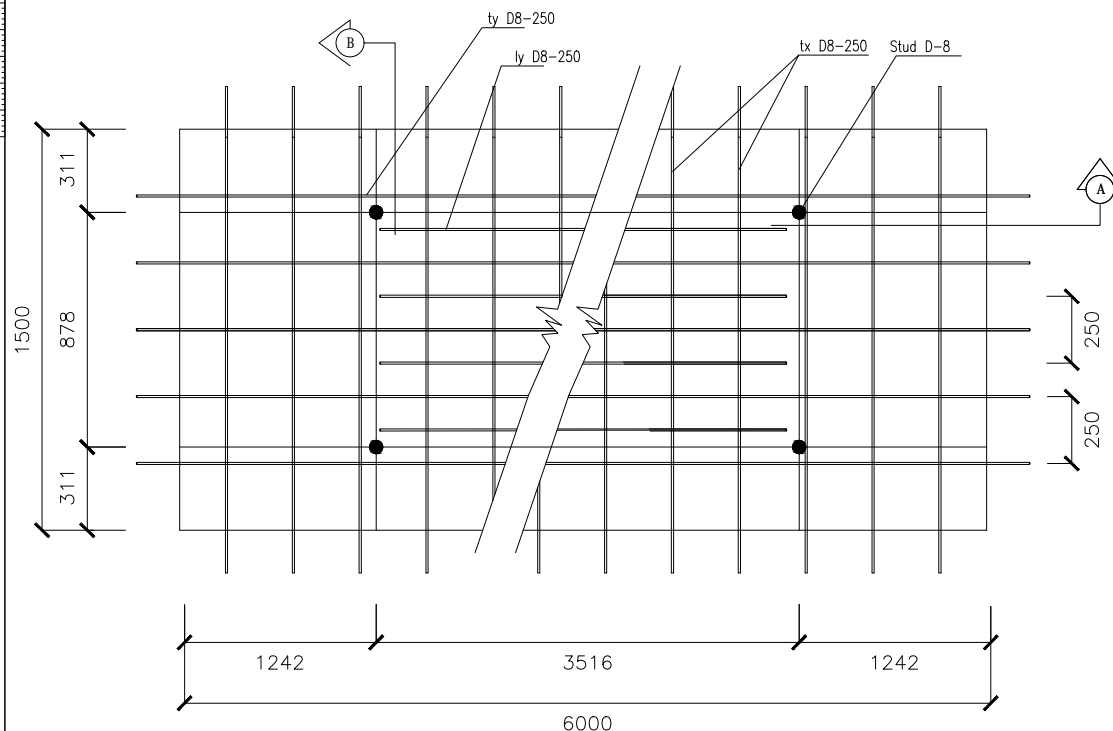
1 : 100

NO. GAMBAR

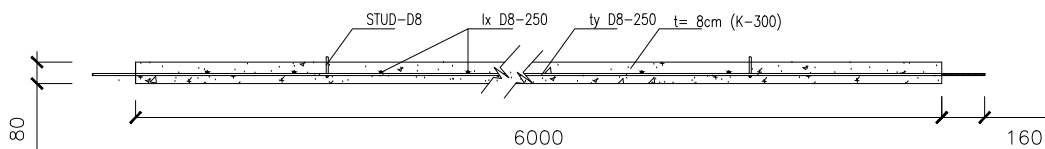
04

JUMLAH GAMBAR

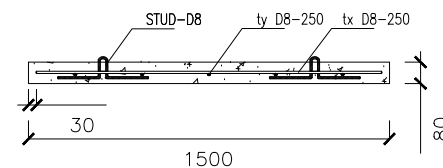
10



HS – Tipe D
SKALA : 1 : 100

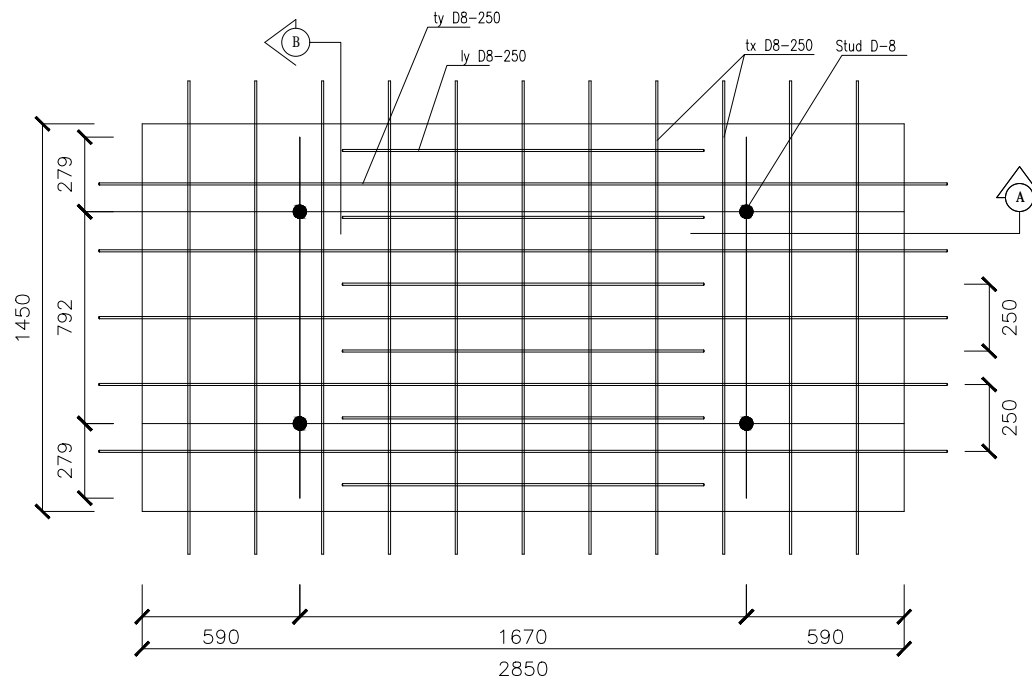


Detail Pot. A
SKALA : 1 : 100

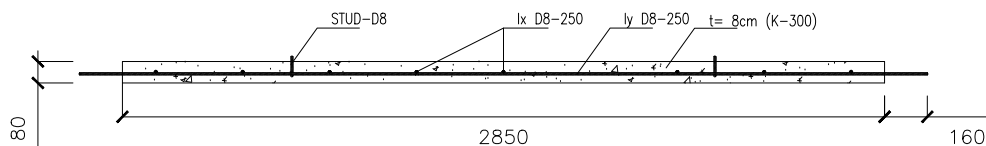


Detail Pot. B
SKALA : 1 : 100

Tipe	Dimensi(cm)		Mlx	Mly	Mty	Stud	Penyaluran (cm)
	P	L					
A	270	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
B	285	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
C	585	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
D	600	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
E	285	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
F	290	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
G	465	170	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16



HS - Tipe E
SKALA : 1 : 100



Detail Pot. A
SKALA : 1 : 100



Detail Pot. B
SKALA : 1 : 100

Tipe	Dimensi(cm)		Mlx	Mly	Mty	Stud	Penyaluran (cm)
	P	L					
A	270	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
B	285	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
C	585	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
D	600	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
E	285	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
F	290	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
G	465	170	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16

Desain Rencana Half Slab Precast

YELLO HOTEL SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

APLIKASI VALUE
ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI
MENGUNAKAN DESAIN
HALF SLAB PRECAST
PADA LANTAI 5-9 PROYEK
PEMBANGUNAN YELLO
HOTEL SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Imam Prayogo, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001

NAMA MAHASISWA

BRILLY APRINT GILANG P
NRP. 3115 040 634

NAMA GAMBAR

HALF SLAB
PRECAST
TIPE - E

CODE GAMBAR

STR

SKALA GAMBAR

1 : 100

NO. GAMBAR

06

JUMLAH GAMBAR

10

YELLO HOTEL SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

**APLIKASI VALUE
ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI
MENGUNAKAN DESAIN
HALF SLAB PRECAST
PADA LANTAI 5-9 PROYEK
PEMBANGUNAN YELLO
HOTEL SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Imam Prayogo, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001

NAMA MAHASISWA

BRILLY APRINT GILANG P
NRP. 3115 040 634

NAMA GAMBAR

**HALF SLAB
PRECAST
TIPE – F**

CODE GAMBAR

STR

NO. GAMBAR

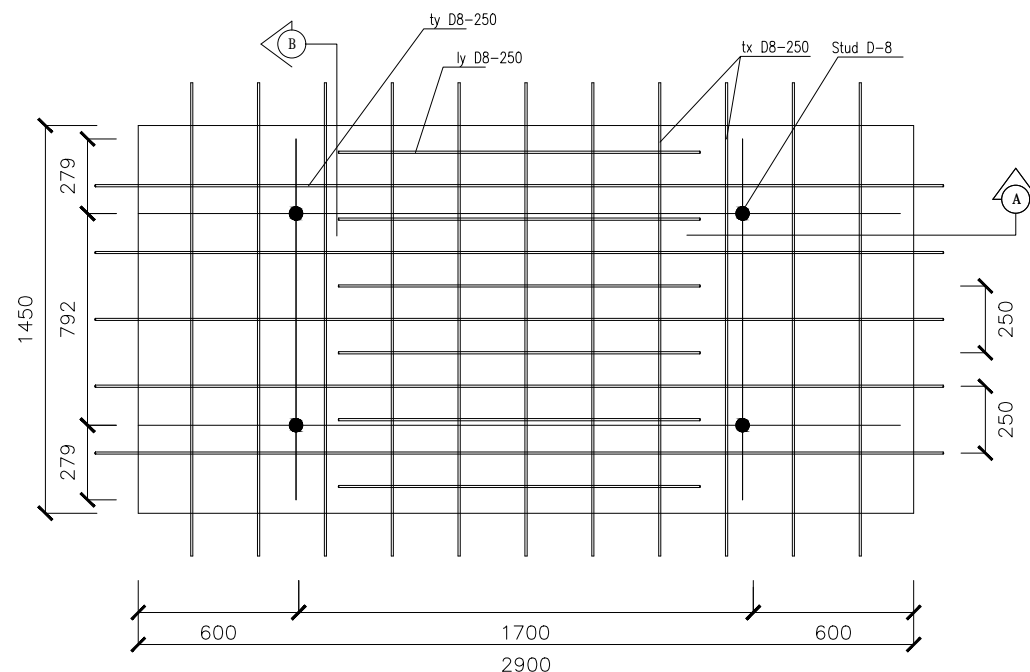
07

SKALA GAMBAR

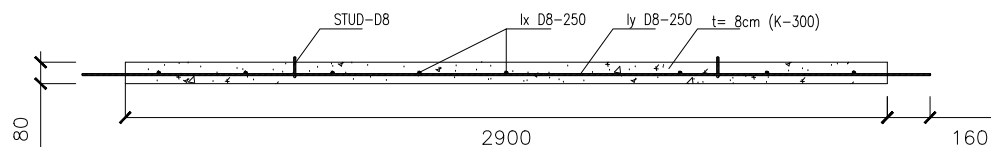
1 : 100

JUMLAH GAMBAR

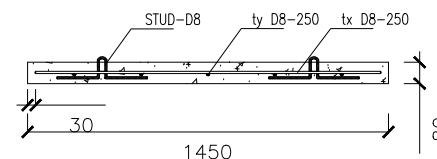
10



HS – Tipe F
SKALA : 1 : 100

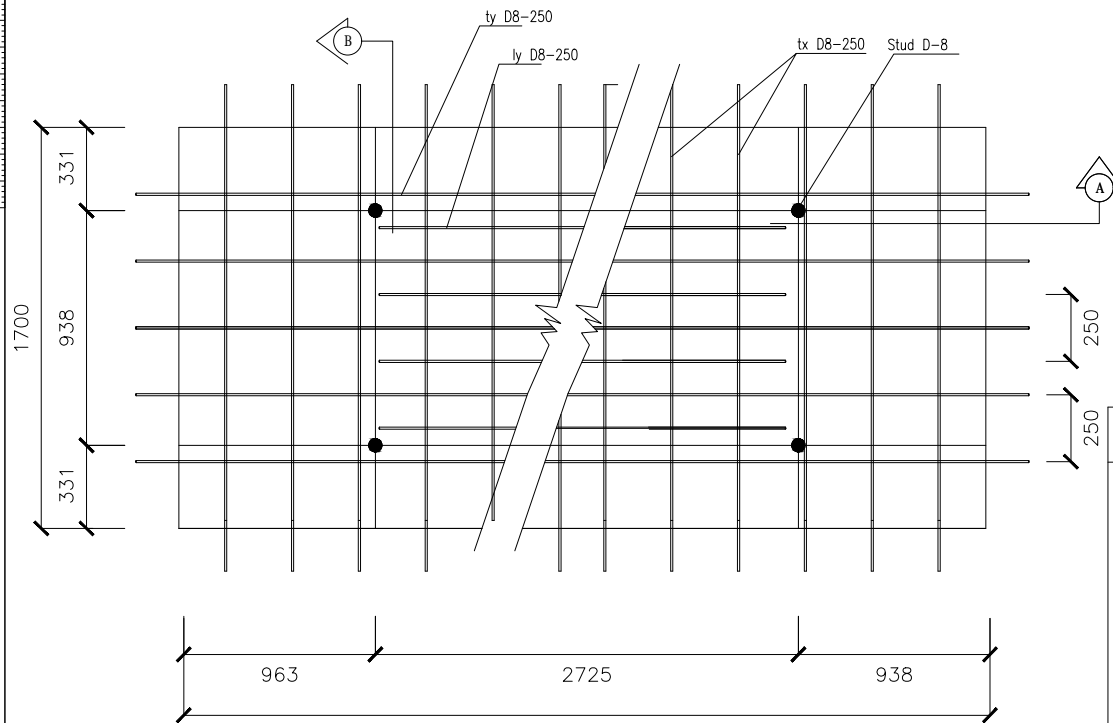


Detail Pot. A
SKALA : 1 : 100



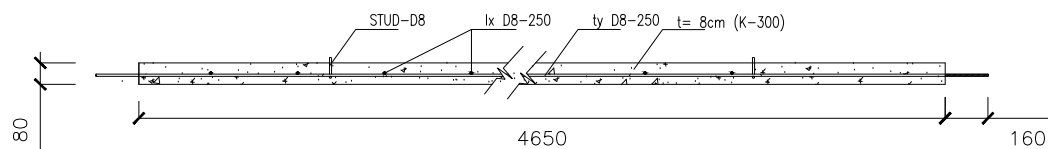
Detail Pot. B
SKALA : 1 : 100

Desain Rencana Half Slab Precast

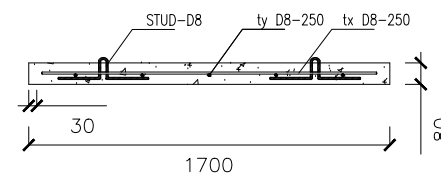


SKALA : 1 : 4650
HS - Tipe G

Tipe	Dimensi(cm)		Mlx	Mly	Mty	Stud	Penyaluran (cm)
	P	L					
A	270	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
B	285	135	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
C	585	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
D	600	150	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
E	285	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
F	290	145	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16
G	465	170	D8-250	D8-250	D8-250	D8	16



Detail Pot. A
 SKALA : 1 : 100



Detail Pot. B
 SKALA : 1 : 100

Desain Rencana Half Slab Precast



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 PROGRAM STUDI
 LANJUT JENJANG DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL

**YELLO HOTEL
 SURABAYA**

JUDUL PROYEK AKHIR

**APLIKASI VALUE
 ENGINEERING TERHADAP
 STRUKTUR PLAT LANTAI
 MENGGUNAKAN DESAIN
 HALF SLAB PRECAST
 PADA LANTAI 5-9 PROYEK
 PEMBANGUNAN YELLO
 HOTEL SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. Imam Prayogo, M.MT
 NIP. 19530529 198211 1 001**

NAMA MAHASISWA

**BRILLY APRINT GILANG P
 NRP. 3115 040 634**

NAMA GAMBAR

**HALF SLAB
 PRECAST
 TIPE - G**

CODE GAMBAR

STR

SKALA GAMBAR

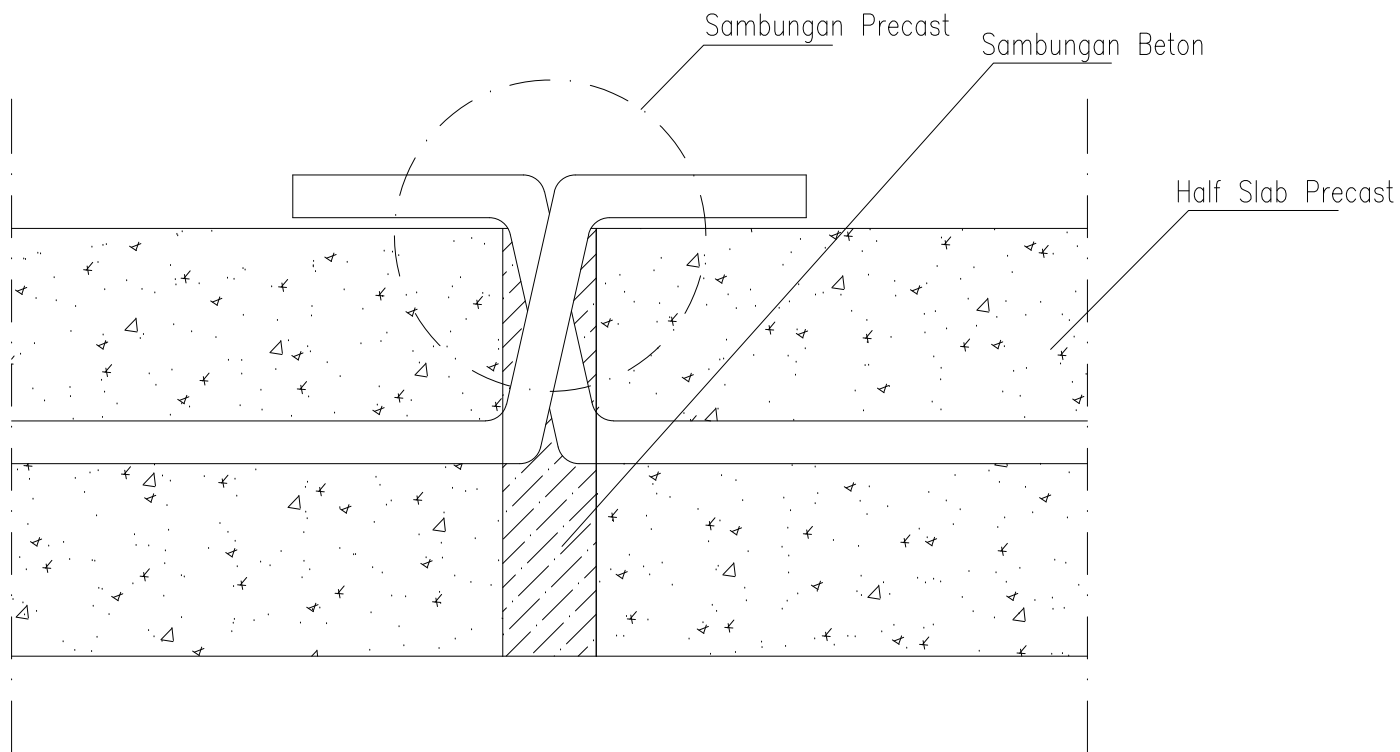
1 : 100

NO. GAMBAR

08

JUMLAH GAMBAR

10



Sambungan Antar Half Slab Precast

COLLAGE



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI
LANJUT JENJANG DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL

PROJEK

YELLO HOTEL SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

**APLIKASI VALUE
ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI
MENGUNAKAN DESAIN
HALF SLAB PRECAST
PADA LANTAI 5-9 PROYEK
PEMBANGUNAN YELLO
HOTEL SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Imam Prayogo, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001

NAMA MAHASISWA

BRILLY APRINT GILANG P
NRP. 3115 040 634

NAMA GAMBAR

**SAMBUNGAN
HALF SLAB
PRECAST**

CODE GAMBAR

STR

SKALA GAMBAR

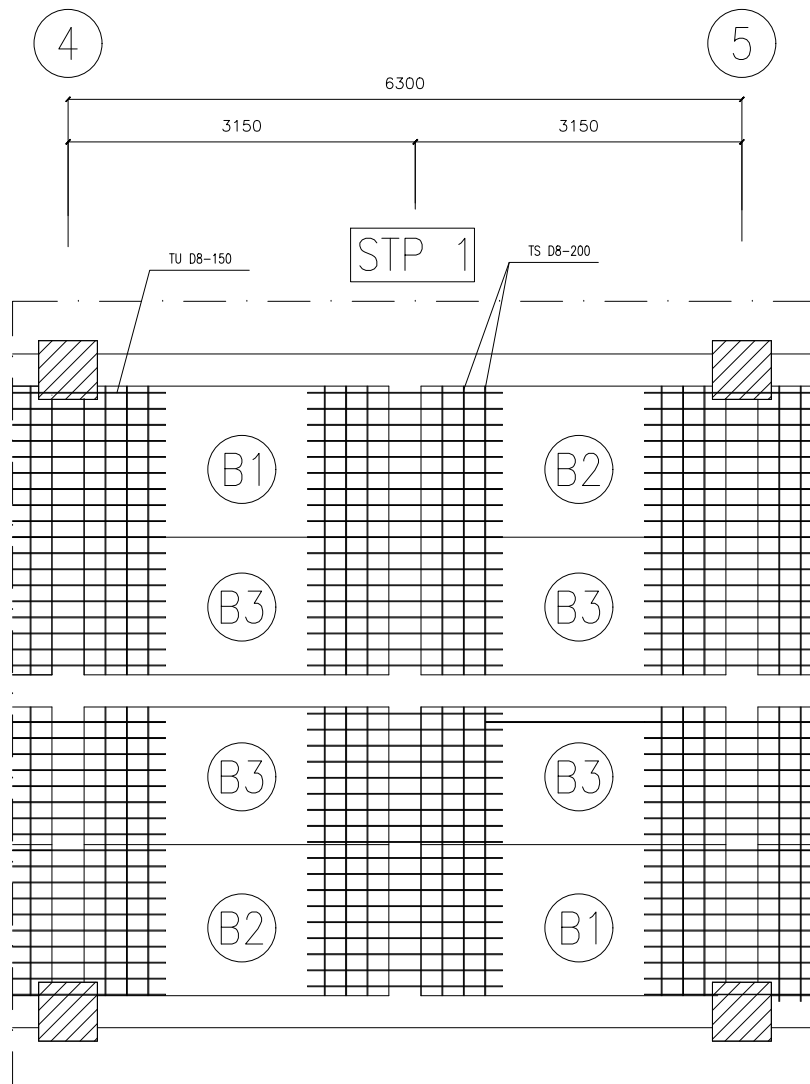
1 : 100

NO. GAMBAR

09

JUMLAH GAMBAR

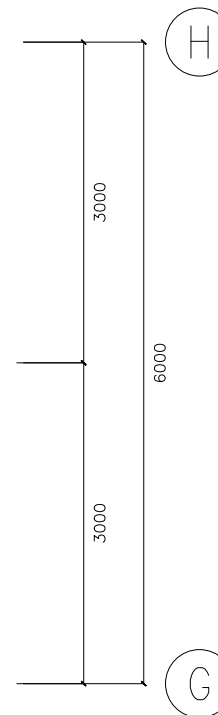
10



Detail Tulangan Topping
SKALA : 1 : 100

Ket. STP 1

TU	TS	Penyaluran (cm)	PANJANG TU
D8-150	D8-150	16	L/5



COLLAGE



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI
LANJUT JENJANG DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL

PROJEK

**YELLO HOTEL
SURABAYA**

JUDUL PROYEK AKHIR

**APLIKASI VALUE
ENGINEERING TERHADAP
STRUKTUR PLAT LANTAI
MENGUNAKAN DESAIN
HALF SLAB PRECAST
PADA LANTAI 5-9 PROYEK
PEMBANGUNAN YELLO
HOTEL SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. Imam Prayogo, M.MT
NIP. 19530529 198211 1 001**

NAMA MAHASISWA

**BRILLY APRINT GILANG P
NRP. 3115 040 634**

NAMA GAMBAR

**DETAIL
TULANGAN
TOPPING**

CODE GAMBAR

SKALA GAMBAR

STR

1 : 100

NO. GAMBAR

JUMLAH GAMBAR

10

10